

TRACKING HUMANO MEDIANTE KINECT PARA CONTROL DE ROBOTS

Robinson Jiménez Moreno

Ingeniero Electrónico, Magister En Automatización Industrial, Universidad Autónoma de Colombia.
jimenez.robinson@fuac.edu.co

Recibido: 15-08-2014, aceptado: 23-02-2015, versión final: 23-02-2015¹

RESUMEN

El presente artículo ilustra el uso del sensor kinect de Microsoft, el cual inicialmente fue desarrollado para consolas de video juegos y actualmente es empleado en tareas de ingeniería. De forma puntual se expone el uso de la función de skeleton, la cual tiene como objetivo identificar articulaciones del cuerpo humano para su seguimiento, empleándola como interfaz de operación y control de agentes robóticos, para el caso un brazo al cual se le manipulan cuatro grados de libertad. Se logra obtener una interfaz de fácil manipulación, que permite al usuario, sin necesidad de controles y mediante movimientos naturales, operar el brazo robótico.

Palabras clave: *Kinect, brazo robótico, procesamiento de imagen.*

ABSTRACT

This article illustrates the use of the Microsoft Kinect sensor, which was originally developed for video game consoles and is currently used in engineering tasks. Specifically, their use is exposed through the skeleton function, which aims to identify joints of the human body for its tracking, using it as an interface to operate and control of robotic agents, for that matter an arm to which you manipulate four degrees of freedom. Was achieved obtain an easy-handling, which allows the user, without using controls and by natural movements, operate the robot arm.

Keywords: *Kinect, robotic arm, image processing.*

¹ Resultados del proyecto financiado por el Sistema Unificado de Investigaciones (SUI) de la Universidad Autónoma de Colombia, titulado “análisis y desarrollo de un algoritmo de control de robots mediante técnicas de inteligencia y visión artificial”

1. INTRODUCCIÓN

Las técnicas de visión de máquina, son altamente dependientes del tipo de dispositivos empleados. Sea por su resolución, tamaño u otra características, la cámara o sensor óptico empleado para captar una escena está estrechamente ligado a su aplicación. Es así como sensores como el Kinect de Microsoft, permiten el desarrollo de aplicaciones cada vez más complejas, por ejemplo el seguimiento de los movimientos corporales, que para el caso del Kinect, se realiza mediante la función Skeleton, que provee el SDK desarrollado por el fabricante para manipulación de este sensor.

Varias aplicaciones son derivadas de esta función. En (Livingston, 2012) se presenta un análisis de la función de skeleton para proyectar su uso en diversas aplicaciones, analizando aspectos como ruido, precisión, resolución y la latencia del software de seguimiento de esqueleto.

En (Baoling, 2013) se presenta un desarrollo mediante Kinect, en el cual se reconocen gestos derivados de movimientos de las manos a través de la función de skeleton. Por esta misma vía, en (Rakun, 2013) se desarrolla un sistema de reconocimiento de palabra mediante señales con las manos, donde la función de skeleton permite identificar su ubicación y se emplean algoritmos de procesamiento de imagen para extraer las características que un clasificador relacionara con la palabra enseñada. En (Le, 2013) se presenta un desarrollo para determinar la postura corporal con fines de seguimiento del estado de salud al analizar las posturas acostado, sentado, de pie y flexión, mediante la función skeleton del kinect. En (Ekelman, 2012) se replican en tiempo real los movimientos del cuerpo humano, captados mediante el kinect, en un esqueleto mecatronico, igualmente empleando la función skeleton. En (Xin, 2012) y (Xiaolong, 2012) se encuentra una aplicación virtual de la captura de la función del skeleton, la cual permite orientar el movimiento de una

animación 3D, según el movimiento del usuario frente al Kinect. Dado que el SDK opera en función a la captura del todo el cuerpo, partes que se encuentren ocluidas no serán reconocidas, por lo tanto en (Huang, 2014) se presenta un desarrollo que acondiciona la función de skeleton para que sea robusta a cierto grado de oclusiones.

En relación a aplicaciones robóticas en (Yali, 2013) se presenta el control de las ruedas de un móvil mediante comandos adquiridos de la captura de ciertos movimientos del operador. En [9] se presenta un método para que un robot siga a un operador, una de las bases de seguimiento se fundamenta en la detección de movimientos de la cabeza, donde se emplea el kinect y la función de skeleton para realizar dicho seguimiento.

En el presente artículo se expone el uso del Kinect y la función de Skeleton para la manipulación de un brazo robótico, aun cuando el brazo cuenta con seis grados de libertad, se manipulan cuatro únicamente, mediante los movimientos del operario. El artículo se desarrolla de la siguiente forma, en la sección 2 se presenta la estructura del programa, en la Sección 3 los resultados obtenidos y en la sección 4 las conclusiones.

2. TRAKING HUMANO

Mediante el Software Development Kit o SDK que suministra Microsoft® para el sensor Kinect, es posible obtener la información de los 20 puntos característicos que representan las principales articulaciones de una persona, dentro del rango visual del sensor y sin obstrucciones entre ambos. En la figura 1 se aprecian los 20 puntos referidos.

La información del SDK viene organizada en un arreglo tipo fila, el cual inicia con la cantidad de cuadros por segundo (fps). Prosigue

con el carácter numeral (#), el cual indica que a partir de este se inician las coordenadas x,y,z de cada uno de los puntos de la primer persona (esqueleto) identificada y etiquetada con un *id*. La figura 2 ilustra la estructura de los datos del arreglo, por defecto el formato de la imagen del sensor tiene una resolución de 640x480 pixeles a 30 Cuadros por segundo.

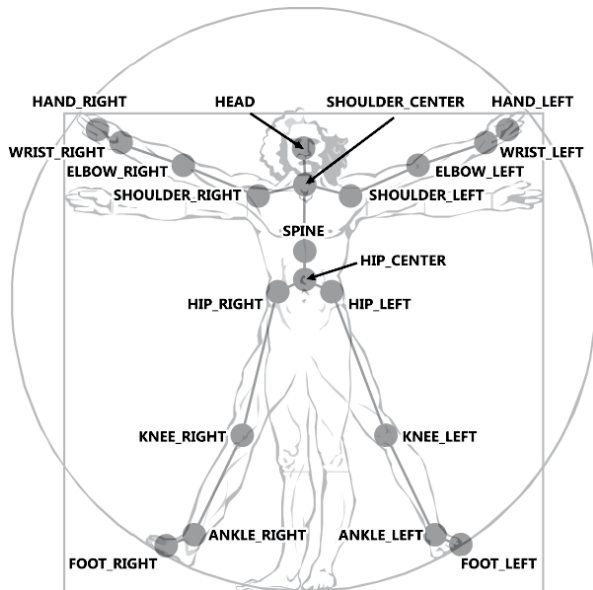


Figura 1.

Articulaciones que el Kinect puede rastrear

fps	#	id	0.215	0.314	1500	0.236	...	#	id	0.215	0.314	1500	0.236	...	ff
-----	---	----	-------	-------	------	-------	-----	---	----	-------	-------	------	-------	-----	----

Figura 2.

Estructura de datos del skeleton.

En la figura 3 se ilustra el brazo robótico empleado, a este se asocian los movimientos de la función skeleton del kinect, correspondientes a hombro, codo, muñeca y mano.

La figura 4 ilustra el diagrama de flujo base para la lectura del Kinect y el envío de las respectivas señales de control al brazo robótico.



Figura 3.

Brazo robótico.

3. RESULTADOS

El marco experimental se caracteriza por el desarrollo de algoritmos sobre la plataforma C# del Visual Studio 2010 y empleando bajo esta misma el SDK 1.5 del Kinect. El equipo de cómputo utilizado cuenta con Procesador de 2.4 GHz y 6 GB de memoria RAM. La comunicación con el brazo se realiza por medio del protocolo RS232 a un módulo arduino uno, el cual genera las señales de control al grupo de servomotores que representan cada grado de libertad del brazo robótico. La figura 5 ilustra el entorno de la aplicación.

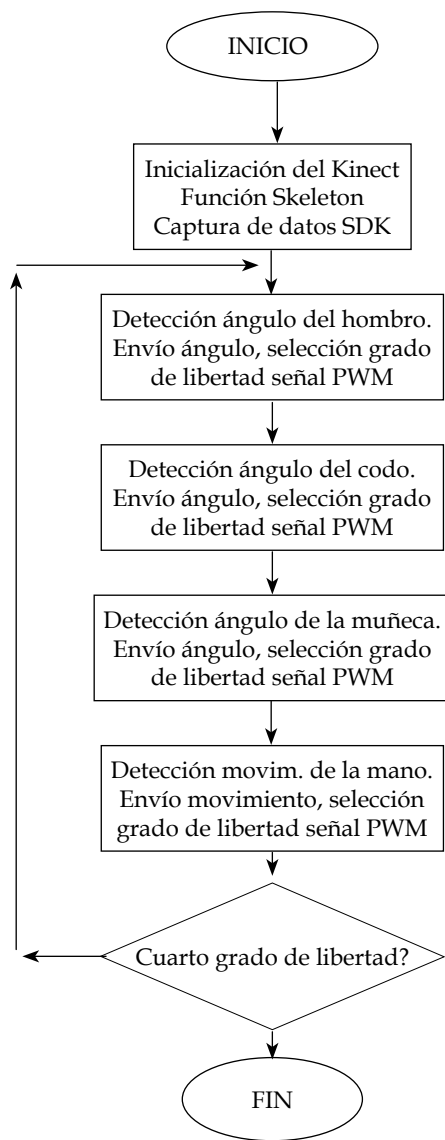


Figura 4.
Diagrama de Flujo.

El sistema de tracking opera adecuadamente, es decir un movimiento de hombre, se refleja como un movimiento de un grado de libertad del brazo y así con cada punto. Para evaluar el desempeño del sistema de tracking se establece una secuencia de movimiento para agarrar un objeto, desplazarlo y posicionarlo en otro lugar.

La figura 6 ilustra los puntos de desplazamiento inicial (PI) y final (PF), en los que se involucran los cuatro grados de libertad.

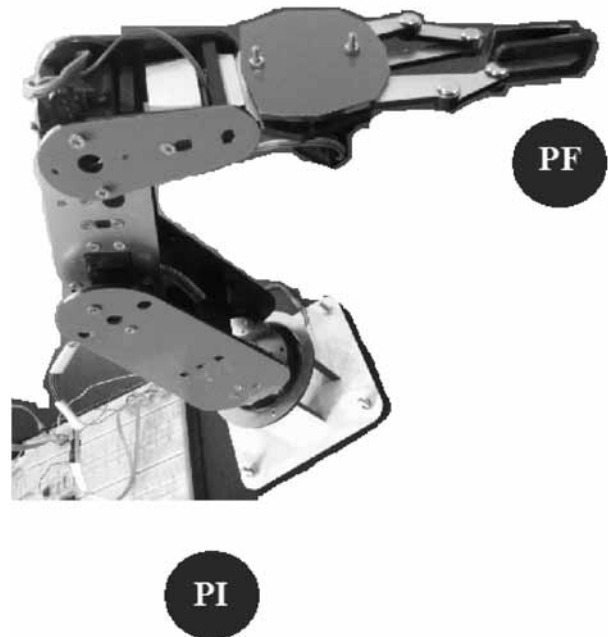


Figura 6.
Rutina de movimiento de prueba.



Figura 5.
Entorno de la aplicación.

De los resultados obtenidos, son de interés el tiempo de ejecución para tomar y dejar el objeto. Así como el error final de ubicación, partiendo de que se admite un máximo de 5 cm de diferencia entre el punto esperado (PF) y en el finalmente se logra dejar el objeto. La tabla 1 tabula los resultados para 5 repeticiones.

Se observa que el tiempo de ejecución no es excesivo, logrando ubicar el objeto muy cerca de la posición deseada. Indicando así un buen grado

de precisión, para aplicaciones de automatización como traslado de materiales para alimentar una banda transportadora, pero deficiente si se requiere una aplicación de corte de material, por ejemplo.

Tabla 1.
Resultados de la iteración de movimiento

Repetición	Tiempo	Error
1	6 seg.	8%
2	7,2 seg.	6%
3	8 seg.	12%
4	5 seg.	28%
5	6,5 seg.	9%
Promedio	6,54 seg.	12,6%

Los errores presentados se deben a los cambios de ángulo detectados en la función skeleton, que presentan saltos significativos en el control de cada grado de libertad y la inercia final generada en el movimiento del brazo. La figura 7 ilustra el movimiento replicado del brazo robótico según el del operario.



Figura 7.
Movimiento de prueba.

4. CONCLUSIONES

Se evidencio la utilidad de la función Skeleton mediante el sensor Kinect para generar una interfaz de control natural, en la que un operario pueda manipular de forma intuitiva y no invasiva un agente robótico.

Aplicaciones de control de robots como la obtenida, permiten brindar seguridad en la ejecución de tareas de alto riesgo a operarios que manipulan materiales peligrosos, por ejemplo químicos o explosivos.

Se tiene la clara limitante del espacio trabajo manejado por el sensor Kinect, pero en contra posición en un área remota se puede ubicar el operario y el sensor y emplear protocolos de comunicación por redes de datos sean propagadas o guiadas.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Sistema Unificado de Investigaciones (SUI) de la Universidad Autónoma de Colombia por la financiación del proyecto de investigación titulado "análisis y desarrollo de un algoritmo de control de robots mediante técnicas de inteligencia y vision artificial".

REFERENCIAS

- Baoliang Wang; Zeyu Chen; Jing Chen, (2013). "Gesture Recognition by Using Kinect Skeleton Tracking System," Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC) 5th International Conference on, vol.1, no., pp.418,422, 26-27
- Ekelmann, J.; Butka, Brian, (2012) "Kinect controlled electro-mechanical skeleton," Southeastcon, 2012 Proceedings of IEEE , vol., no., pp.1,5, 15-18.

- Huang, Hui Yu; Chang, Shu Hao, (2014) "A Skeleton-Occluded Repair Method from Kinect," Computer, Consumer and Control (IS3C), International Symposium on, vol., no., pp.264,267, 10-12
- Le, Thi-Lan; Nguyen, Minh-Quoc; Nguyen, Thi-Thanh-Mai, (2013) "Human posture recognition using human skeleton provided by Kinect," Computing, Management and Telecommunications (ComManTel), International Conference on, vol., no., pp.340,345, 21-24
- Livingston, M.A.; Sebastian, J.; Zhuming Ai; Decker, J.W., (2012) "Performance measurements for the Microsoft Kinect skeleton," Virtual Reality Short Papers and Posters (VRW), IEEE , vol., no., pp.119,120.
- Rakun, E.; Andriani, M.; Wiprayoga, I.W.; Danniswara, K.; Tjandra, A., (2013) "Combining depth image and skeleton data from Kinect for recognizing words in the sign system for Indonesian language (SIBI [Sistem Isyarat Bahasa Indonesia])," Advanced Computer Science and Information Systems (ICACISIS), 2013 International Conference on , vol., no., pp.387,392, 28-29.
- Xiaolong Tong; Pin Xu; Xing Yan, (2012) "Research on Skeleton Animation Motion Data Based on Kinect," Computational Intelligence and Design (ISCID), Fifth International Symposium on , vol.2, no., pp.347,350, 28-29.
- Xin Wang; Qing Ma; Wanliang Wang, (2012) "Kinect driven 3D character animation using semantical skeleton," Cloud Computing and Intelligent Systems (CCIS), IEEE 2nd International Conference on , vol.01, no., pp.159,163.
- Yali Wang; Guangming Song; Guifang Qiao; Ying Zhang; Jun Zhang; Weiguo Wang, (2013) "Wheeled robot control based on gesture recognition using the Kinect sensor," Robotics and Biomimetics (ROBIO), IEEE International Conference on , vol., no., pp.378,383, 12-14.