

textOsFtextTOsFliningLFliningTLFtextosflininglftabulartabproportionalprosuperiorSup
superiorSup
fontspechyperref

TITLE

Author1

University

PROPUESTA PARA UN SISTEMA DE RASTREO DE POSICIÓN POR MEDIO DE CÁMARAS DE VIDEO

Jesus Pimentel Cruz ¹, Patricia Pérez Romero ², Israel Rivera Zárte ³
Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico en Cómputo ^{1,2,3}
Av. Juan de Dios Batiz S/N, C.P. 07738, México, D.F., México ^{1,2,3}
{jpimente¹, molguinc², irivera³}@ipn.mx

Resumen

A continuación se presenta el desarrollo de un sistema de rastreo de posición para un sistema inmersivo de realidad virtual basado en cabina multipersonal, la posición se determina para tres ejes dimensionales empleando el método óptico haciendo uso de cámaras de video, realizando la adquisición de la imagen y un procesamiento de umbralización de los elementos de imagen que la conforman finalmente se realiza el cálculo del centro geométrico en los planos X, Y, Z para determinar la posición dentro de la cabina.

Palabras Clave: Realidad virtual, Telemetría, centro geométrico, cabina de Inmersión, posicionamiento.

Introducción

Los métodos para determinar la posición de un objeto en un entorno son muy variados; en sistemas mecánicamente acoplados se usa de manera simple, escalas graduadas que sirven de referencia al operador, sistemas con varios ejes tienen una escala para cada uno de estos, el éxito de este método está en función de la precisión del mecanismo y la habilidad del operador para hacer las mediciones reales y compensar el error. Con la llegada de los sistemas automatizados la necesidad de poder determinar la posición con exactitud se incrementó notoriamente, aquí surgieron dispositivos sensores de posición [2] [3] con principio analógico y digital como son: potenciómetro, resolver, encoders incrementales y absolutos, reglas ópticas.

Todos estos dispositivos se usan directamente acoplados al mecanismo, para obtener una medición confiable y sin necesidad de la intervención de un operador, la mecánica requiere de elevar considerablemente su precisión para reducir el juego mecánico, el cual es la principal causa de errores en los mecanismos. Un nuevo reto se presenta cuando se desea determinar la posición de objetos que no están acoplados mecánicamente, como es el caso de dispositivos móviles. En el caso de robótica móvil el robot debe cubrir su trayectoria evadiendo obstáculos [4], al respecto existe una gran variedad de algoritmos para este propósito. Las técnicas usadas para determinar la posición del robot en su entorno así como la de los obstáculos a evadir, se basan en principios de telemetría. El uso de ultrasonido y laser permiten hacer mediciones a distancia sin tener un acoplamiento mecánico, el principio es emitir una señal y medir el tiempo en que esta choca con el obstáculo y regresa, conociendo la velocidad de propagación se determina la distancia a la que se encuentra el objeto.

Este método es puntual, solo se tiene referencia de un punto, ante esta situación se han desarrollado equipos como los scanner, los cuales realizan un barrido completo y dan todo un perfil de la posición del robot, y los obstáculos del entorno. En estos casos los equipos usados para realizar la medición van montados en el robot, usando una batería para la alimentación de los circuitos.

En aplicaciones de realidad virtual se requiere conocer la posición de la persona que interactúa con el ambiente virtual, tal y como es el caso en una cabina de Inmersión. Usar las técnicas de telemetría

aplicadas en robótica móvil implicaría que la persona lleve montado el equipo de posicionamiento, como ocurre con los guantes, y sensores a lo largo de su vestuario, esto implica la existencia de cables de señales y alimentación.

En general se pueden diferenciar, por su tipo, 5 métodos para el rastreo de posición de objetos: mecánico, ultrasónico, magnético, óptico y sin origen. Cada uno de estos métodos tiene ventajas y desventajas respecto al problema concreto a resolver. En el caso de esta investigación se optó por usar un sistema óptico por las ventajas que proporciona entre las que destacan, el no usar cables en el objeto a rastrear, su relativamente bajo costo, la mayoría del procesamiento se puede llevar a cabo en una computadora, etc.

En este trabajo se propone el uso de tres cámaras de video para determinar la posición de la persona dentro de la cabina de Inmersión, sin tener la necesidad de llevar en su vestuario algún sistema electrónico que permita determinar su posición. El método se basa en la determinación del centro geométrico como punto de referencia para la posición del objeto, el centro geométrico tiene realidad en un plano, dado que la persona está referida a tres dimensiones se requiere el valor por cada dimensión X, Y, Z, para atender esta situación se hace uso de tres cámaras, estas trabajan en forma paralela y cada una proporciona el centro geométrico del objeto referido a dos coordenadas, una horizontal y una vertical. Las cámaras se montan para tener tres planos de observación, uno para X, Y, Z, respectivamente. Las cámaras tienen al mismo objeto en observación, cada cámara determina el centro geométrico de su plano, y de estas mediciones se determina la posición de la persona.

Centro Geométrico

El centro geométrico (x, y) es un punto representativo de la región y se obtiene como sigue:

[]@||@

[variant=american]

La sumatoria de las coordenadas "x" entre el área, y para Y, la sumatoria de las coordenadas "y" entre el área. El área A de un objeto corresponde al total de puntos que lo integran.

El centro geométrico es un punto que se puede emplear como referencia para determinar la posición de un objeto de forma irregular. Dentro de la imagen el objeto se puede mover de izquierda a derecha, acercarse o alejarse, en cualquiera de los casos el centro geométrico nos da la posición del objeto en un plano. Para conocer la posición en tres ejes se requiere un mínimo de dos cámaras, la primera cámara proporciona las coordenadas X, Y, la segunda cámara (figura1) proporciona las coordenadas Y, Z. De este resultado se tiene que la coordenada Y es proporcionada por ambas cámaras. Empleando una tercera cámara se tienen las coordenadas X, Z. Con el empleo de tres cámaras (figura 2) las Coordenadas X, Y, Z de determinan por

duplicado, estos resultados se promedian con el propósito de reducir las posibles diferencias existentes entre las cámaras de video.

||@||@

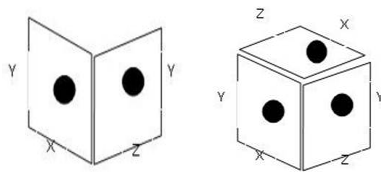


Figura 1: Sistema de observación en dos planos **Figura 2:** Sistema de observación en tres planos

Proceso de Umbralización

Para obtener el centro geométrico se requiere que la imagen esté en alto contraste esto es; una imagen en dos niveles típicamente conocida como blanco y negro, y que en la imagen sólo esté presente el objeto de interés. Las cámaras empleadas son webcam de color, por ello es necesario realizar una transformación de la imagen de color a blanco y negro, manteniendo el formato RGB para su representación en la memoria de video del computador. Por otra parte se requiere dejar en está únicamente el objeto de interés del cual deseamos conocer el centro geométrico.

Para el caso específico de la cabina de Inmersión, se desea conocer en todo momento la posición de la persona que está al interior de la cabina, por ello se debe determinar un criterio que permita discriminar entre el cuerpo de la persona y el entorno. Se pretende tener un valor de negro para la silueta de la persona y blanco para todo el entorno.

La primera idea que se consideró fue un vestuario negro para la persona y así poder diferenciarla del entorno que es principalmente blanco. Con estas condiciones al realizar el proceso de umbralización con un valor de referencia se observa que las sombras y los brillos producen que la imagen tenga negros en el fondo y blancos en la silueta, los negros fuera de la silueta producen un error al momento de aplicar el algoritmo para la determinación del centro geométrico. De alguna manera es difícil evitar las sombras y los brillos, como alternativa a esta situación se consideró en un método que permita discriminar con facilidad la silueta de la persona del resto del entorno. Meditando sobre el modelo de color de la imagen, las imágenes en el computador se representan con el modelo RGB, en el cual para una imagen en blanco y negro, se siguen usando los tres valores RGB, simplemente se asigna el mismo valor a los tres; para un pixel blanco el valor en los colores RGB es cercano al máximo de 255, para el negro el valor para el RGB es cercano al mínimo de 0.

Tomando esta información como base se plantea lo siguiente: las sombras tienen valores bajos en los colores RGB, los brillos tienen valores altos, y los tonos de gris tienen valores intermedios en los tres colores, con este antecedente se plantea usar como vestuario de la persona un color primario como el rojo, de esta manera la información del vestuario presenta valores altos en el rojo y valores casi nulos en el verde y azul.

Con esto se planteo un criterio; para los pixeles con un valor alto en rojo y bajo en verde y azul, o sea los que corresponden a la silueta se asigna el negro, a todos los demás se asigna el blanco. De esta forma se obtiene de la imagen en color, una imagen en blanco y negro en la cual sólo existen pixeles

en negro que corresponden a la silueta y pixeles en blanco que corresponden al entorno. En la figura 3(a) se tiene una imagen en color, en la figura 3(b) la imagen en color se ha convertido a blanco y negro aplicando el criterio de umbralización por referencia, en la figura 3(c) se tiene la imagen en blanco y negro por el criterio de umbralización con referencia en color primario. En este ejemplo se usa el rojo como color primario de referencia, se puede observar en la figura 3(c) que sólo el objeto en rojo es considerado, el resto de la imagen se transforma en el fondo. A partir de la imagen de la figura 3(c) se determina el centro geométrico.

Ⓜ@ ¿p() * 0.33 ¿p() * 0.33 ¿p() * 0.33@

[variant=american] [variant=american] [variant=american]

- (a)
 - (b)
 - (c)
-

Implementación

Para efectos de prueba la implementación se realiza a escala, empleando cámaras web conectadas al mismo computador, estas son de bajo costo, con una calidad de imagen regular. Las cámaras aplican algoritmos de compresión a las imágenes que transmiten y son operadas por el software de la marca. Resulta deseable que los desarrollos que se realizan no tengan dependencia de alguna marca, ya sea en hardware o software. Con este fin las imágenes de las cámaras se adquieren en forma directa sobre la memoria de video de la computadora, de esta manera se tiene plena libertad sobre la señal de video proporcionada por la cámara.

La información está representada en el formato de color RGB, con un tamaño de registro de 32 bits, de los cuales se destinan 8 para cada color, dando un total de 24, los 8 restantes están en vacío y se mantienen para aprovechar el ancho del bus de datos de 32bits, de esta manera en un solo acceso a memoria se manejan los tres colores, siendo más rápido que el modelo de 24 bits en el cual el acceso a memoria es byte por byte.

Las cámaras se montan para un sistema de observación en tres planos, como se representa en la figura 3. Las tres cámaras se conectan en el mismo computador, en éste se generan y se procesan las tres imágenes de una resolución de 320 x 240 pixeles. En el mismo monitor de la computadora (figura 4) se muestran las imágenes capturadas y las imágenes procesadas, en un formulario se despliega la posición del objeto en cuestión y el total de pixeles blancos y negros.

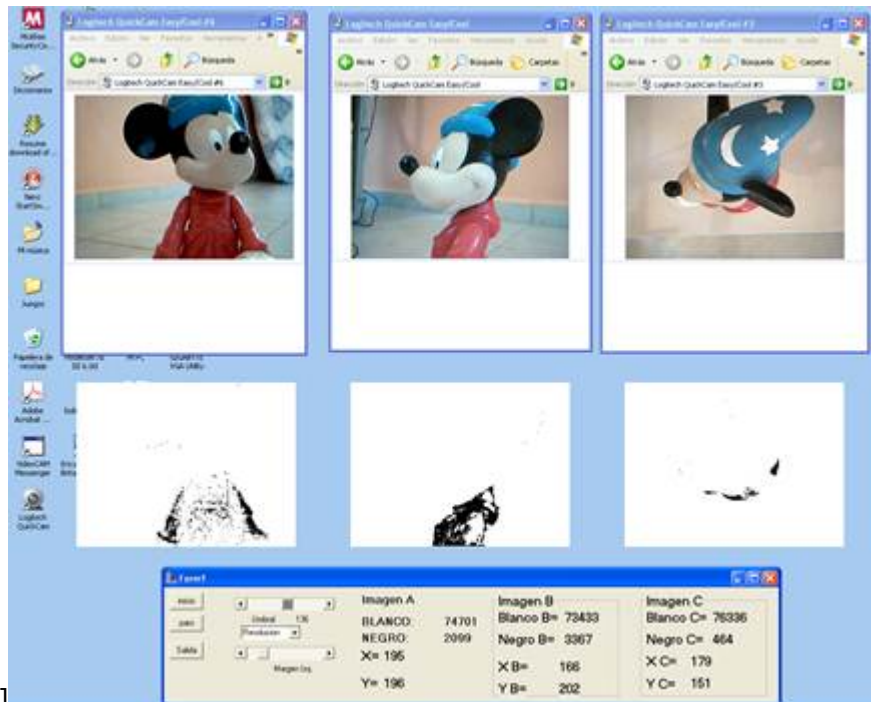
En la figura 4 se muestra el escritorio de la computadora, en éste aparecen las tres cámaras en operación, en la parte intermedia del escritorio se tiene la imagen procesada, en la parte inferior el formulario del programa, en esta toma se puede apreciar un objeto con partes en rojo, en la imagen procesada la parte correspondiente al rojo se muestra en negro y en blanco el resto de la imagen. En la toma se aprecian notorias fallas debido a la iluminación, las sombras en el mismo rojo propician un negro el cual es eliminado por el algoritmo de procesamiento.

Para evitar estas sombras se puede aplicar iluminación proyectada desde la posición de cada lámpara. Como se dijo anteriormente esta prueba se realiza a nivel de maqueta con el propósito de evaluar el método propuesto para el posicionamiento. Para evaluar los resultados presentes en formulario hay que considerar que cada imagen es de 320 x 240 pixeles, de izquierda a derecha tenemos las imágenes A, B y C respectivamente, se puede evaluar visualmente la correspondencia entre la posición de la imagen y los resultados para X y Y mostrados.

Conclusiones

El posicionamiento por este método no requiere de equipo o sensores en el vestuario de la persona, las webcam tienen una calidad regular y bajo costo, en esta prueba se ha podido evaluar el método de posicionamiento propuesto, de una manera sencilla y económica. Con los resultados obtenidos en este trabajo se puede sustentar la inversión en cámaras de mayor calidad e infraestructura para su montaje en una cabina de Inmersión.

@@@



[variant=american]
Figura 4: Escritorio de trabajo para las tres cámaras

VI

Referencias

- 1.
- 2.
3. Sine/Cosine Encoders, Technical Articles, Computer Optical Products, Inc.
- 4.

Referencias

- [1] Pajares Gonzalo, De la Cruz Jesús M.,(2002) Visión por Computador, Alfaomega Ra-Ma, Madrid, España
- [2] Optical Encoders applications, Technical Articles, Computer Optical Products.
- [3] G. Liu, A. A. Goldenberg, Y. Zhang, Precise slow control of a direct-drive robot arm with velocity estimation and friction compensation, Mechatronics, Volume 14, Issue 7, September 2004, pages 821-834.