

Captura de video panorámica

Martín Larrea Sergio Martig Silvia Castro
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación.
Laboratorio de Investigación en Visualización y Computación Gráfica.
Universidad Nacional del Sur.
{mll,srm,smc}@cs.uns.edu.ar

Resumen

El problema de seguir objetos y personas en dos dimensiones en una secuencia de video es de gran importancia y se ha incrementado aún más en estos últimos años. Existen diversas áreas de aplicación para un sistema de seguimiento por video tales como vigilancia, interacción humano computadora y captura de movimiento por nombrar algunas. Muchas de las áreas de estas aplicaciones requieren un procesamiento de las imágenes capturadas en tiempo real. Realizar este procesamiento en tiempo real y utilizando una baja complejidad computacional, tanto de software como de hardware representa un gran reto. Utilizando sólo una cámara de bajo costo y una mínima complejidad de software es posible realizar una captura en video de los 360° alrededor del punto en donde se ubica la cámara. Es necesario para esto distorsionar la imagen que se captura y reconstruirla por medio de software utilizando proyecciones geográficas.

Introducción

El problema de seguir objetos y personas en dos dimensiones en una secuencia de video tiene una gran importancia, la cual se ha incrementado en estos últimos años. Existen diversas áreas de aplicación para un sistema de seguimiento por video, vigilancia, interacción humano computadora y captura de movimiento por nombrar algunas. Muchas de las áreas de estas aplicaciones requieren un procesamiento en tiempo real de las imágenes capturadas. Realizar este procesamiento en tiempo real y utilizando una baja complejidad computacional, tanto de software como de hardware representa un gran reto.

El primer problema que enfrentan los diseñadores de sistemas para la captura de video y su posterior procesamiento es la ubicación de la cámara o cámaras. Se desea cubrir la mayor área con el menor número de cámaras posible. En el caso de una habitación, una cámara ubicada en una esquina superior lograría capturar todo el ambiente pero sería necesario fijar la posición de la cámara a un punto.

En el caso de querer disponer la cámara sobre una base que se desliza, como un vehículo o robots, el área de cobertura de la cámara se vería limitada por el ángulo de visión. Sería necesaria contar con dos o más cámaras que incrementarían el valor del equipo y aumentarían su peso.

Utilizando sólo una cámara de bajo costo y una mínima complejidad de software es posible realizar una captura de video de los 360° alrededor del punto en donde se ubica la cámara. Es necesario para esto distorsionar la imagen que se captura y reconstruirla, sin perder información, por medio de software utilizando, por ejemplo, proyecciones geográficas.

Trabajo en desarrollo

El primer paso en nuestro desarrollo es lograr capturar en una sola imagen la periferia de un punto. Debido a la estrategia que se planteó para lograr este objetivo la imagen resultado posee una distorsión que dificulta su análisis por parte de un usuario. Para poder obtener una imagen libre de distorsión es

necesario realizar transformación a través de proyecciones cartográficas. Estas proyecciones basan sus cálculos en valores de longitud y latitud, por lo que es necesario definir para la imagen capturada dichos valores.

Captura de 360°

Las imágenes que vemos y que capturamos con cámaras y otros dispositivos son el resultado de la reflexión y refracción de la luz sobre los objetos. Para poder capturar lo que ocurre alrededor de un punto, es necesario capturar la luz proveniente de los 360°. Con múltiples cámaras esto sería posible ubicando cuatro cámaras apuntando hacia cada punto cardinal.

Pero para lograrlo con una sola cámara es necesario recolectar la luz de todos los puntos y enfocarla a un solo objetivo, la lente de la cámara. Para esto, utilizamos un espejo con forma de semiesfera ubicado por sobre la lente de la cámara, la cual está en forma vertical por debajo del espejo.

La curvatura del espejo recolecta las imágenes del perímetro y las enfoca en la cámara. Exactamente sobre la posición de la lente y debido al reflejo del espejo se crea un punto ciego, que corresponde a la imagen reflejada de la lente de la cámara.

La imagen que se recibe a través de la cámara se encuentra distorsionada debido a la curvatura del espejo. Transformar esta imagen en un plano es una tarea que ha sido desarrollada por siglos por los cartógrafos, quienes han buscado formas de transformar la superficie del globo terráqueo en un plano como mapa. Las técnicas utilizadas para realizar este tipo de transformaciones se conocen como proyecciones cartográficas.

Proyecciones Cartográficas

Una Proyección Cartográfica es una correspondencia biunívoca entre los puntos de la superficie terrestre y los puntos de un plano llamado Plano de Proyección.

Puesto que cualquier punto de la esfera está definido por sus coordenadas geográficas (l, f) y cualquier punto del plano lo está por sus coordenadas cartesianas (X, Y) , existirá una serie infinita de relaciones que ligan (l, f) con (X, Y) . Cada una de estas infinitas relaciones corresponde a un sistema de proyección Cartográfico diferente.

En el paso de la esfera al plano resulta imposible mantener todas las propiedades geométricas: ángulos, superficies y distancias se verán distorsionadas. Si un mapa mantiene los ángulos que dos líneas forman en la superficie terrestre, se dice que la proyección es conforme. El requerimiento para que haya conformidad es que en el mapa los meridianos y los paralelos se corten en ángulo recto y que la escala sea la misma en todas las direcciones alrededor de un punto, cualquiera sea el punto. Equivalencia es la condición por la cual una superficie en el plano de proyección tiene la misma superficie que en la esfera. La equivalencia no es posible sin deformar considerablemente los ángulos originales. Por lo tanto, ninguna proyección puede ser equivalente y conforme a la vez. Cuando una proyección mantiene las distancias entre dos puntos situados sobre la superficie del Globo, representada por el arco de Círculo Máximo que las une, se denomina equidistante. Es posible diseñar mapas que tengan esta característica, pero las distancias correctas sólo podrán ser medidas desde un punto, o dos como máximo. Las distancias entre otros puntos no serán correctas.

Hasta el momento se han analizado la aplicación de dos diferentes proyecciones para realizar el mapeo de la imagen capturada en el espejo, estas son: las proyecciones estereográficas y las gnomónicas.

Proyección Estereográfica

Esta proyección no es conforme y se obtiene al proyectar el punto P' perteneciente a la superficie de la esfera (Figura 1) en el plano de proyección. El centro de proyección está ubicado en el polo norte y el plano de proyección es el plano tangente al polo sur que es perpendicular al segmento que une el polo norte con el polo sur.

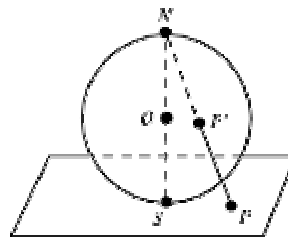


Figura 1.

La proyección estereográfica posee un álgebra muy simple consecuencia de la similitud de triángulos. El resultado de aplicar esta proyección sobre la esfera terrestre se aprecia en la figura 2.

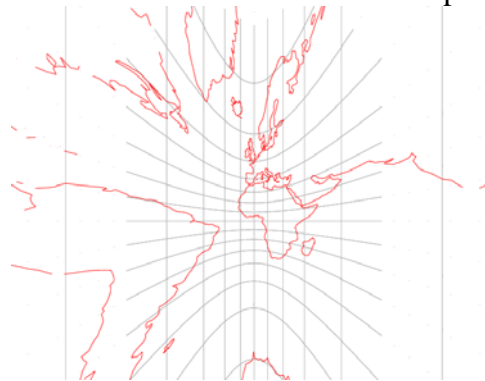


Figura 2.

Proyección gnomónica

Esta proyección no es conforme y se obtiene al proyectar el punto P_1 o P_2 perteneciente a la superficie de la esfera (Figura 3). En este caso, el centro de proyección es el centro O de la esfera y el plano de proyección es tangente a un punto S dado. En el caso que consideramos, S es el polo sur, pero puede utilizarse cualquier punto en la esfera. Debido a que la proyección envía los puntos P_1 y P_2 al mismo punto P en el mismo plano, únicamente puede utilizarse para proyectar un solo hemisferio al mismo tiempo.

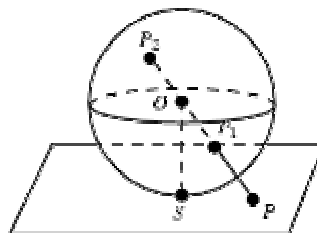


Figura 3.

El resultado de aplicar esta proyección sobre media esfera terrestre se aprecia en la figura 4.



Figura 4.

Ambiente capturado

Combinando una de estas proyecciones con la imagen distorsionada que se genera a través de la semiesfera ubicada sobre la cámara, es posible lograr una sola imagen que corresponde a una vista del perímetro de la cámara. Como primer paso para la puesta en marcha de este sistema se implementaron las diferentes transformaciones geográficas.

Mediante la transformación dada, se mapea cada píxel p ubicado en la posición (a,b) , de la imagen de entrada, a un píxel p' en la posición (x,y) de la imagen de salida. Debido a que las proyecciones geográficas basan sus cálculos en la latitud y longitud de los puntos sobre la esfera es necesario crear valores de latitud y longitud virtuales. Para esto se define un **ecuador** como paralelo 0 ubicado en el punto medio de la imagen para el eje y. Lo mismo ocurre para el meridiano 0 que también se ubica en el centro de la imagen sobre el eje x (Figura 5).

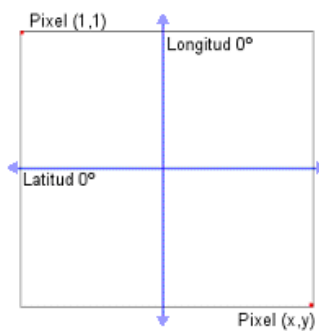


Figura 5.

Hasta el momento es posible realizar cualquiera de las proyecciones vistas sobre una imagen. Para esto se ha montado un espejo con forma de esfera sobre una cámara Web, de esta manera se pueden recolectar las imágenes de la periferia.

Ambos proyecciones dispersan los píxeles de la imagen original sobre la imagen destino dejando puntos en blanco, áreas que no son cubiertas por ningún píxel de la imagen original. Estos puntos vacíos generan una distorsión que compromete la calidad de la imagen destino. Utilizando interpolación es posible cubrir estas áreas. Sin embargo, los valores calculados a partir de la interpolación no representan los valores reales de la imagen original por lo que podrían inducir errores. Se están explorando otras proyecciones que realicen el mapeo con el menor error posible. Adicionalmente se está estudiando reducir el tiempo de procesamiento requerido por las proyecciones para poder aplicarlas en una aplicación en tiempo real.

Bibliografía

- [1] Eric W. Weisstein. "Stereographic Projection." From MathWorld--A Wolfram Web Resource.
<http://mathworld.wolfram.com/StereographicProjection.html>
- [2] Eric W. Weisstein. "Gnomonic Projection." From MathWorld--A Wolfram Web Resource.
<http://mathworld.wolfram.com/GnomonicProjection.html>
- [3] Foley, J., van Dam, A., Feiner, S. y Hughes, J., "Computer Graphics. Principles and Practice", Addison Wesley, 1992, 2nd Edition.