

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Nuestra percepción visual del movimiento es fundamental para comprender e interactuar con el mundo que nos rodea. Es uno de los métodos primarios por el cual determinamos el movimiento relativo entre diferentes objetos, incluyendo nuestro propio movimiento (egomotion) a través del mundo. A su vez, es también una fuente de información sustancial sobre la profundidad y la estructura superficial de los objetos, ya que las variaciones desde nuestro punto de vista causadas por el movimiento, poseen tanta información de la estructura tridimensional como bidimensional del objeto en cuestión. De esta manera es importante su análisis en aspectos pasivos de la interpretación de la escena y reconocimiento de objetos, como también para tareas requeridas en la exploración activa.

Hablando de la interpretación pasiva de la escena, el análisis del movimiento visual usualmente se emplea en el contexto de la reconstrucción de la escena (realizando el cómputo de las descripciones de superficies visibles). Además, la lógica del movimiento en una imagen puede ser usada para realizar segmentación y determinar las relaciones entre el fondo y el plano frontal de la escena así como las formas de los objetos. El movimiento visual es también una herramienta poderosa que nos permite clasificar diferentes tipos de movimiento (ej. rígido o no rígido), y para reconocer clases de objetos, sean éstos seres vivos o no.

En lo que concierne al sensado activo en el contexto de una cámara en movimiento, la percepción visual de éste proporciona información sobre las distancias

relativas y las velocidades de los objetos, permitiéndonos predecir y evitar colisiones. Esto, por ejemplo, facilita el desarrollo de la coordinación entre nuestros ojos y manos, lo que nos proporciona la habilidad de tomar y manipular objetos, por otro lado, la estabilización de los objetos en la retina (rastreo de objetos) nos permite hacer un escrutinio detallado de su forma y textura.

La visión por computadora intenta desarrollar sistemas que permiten a una máquina dar una descripción aceptable del mundo, por medio de una secuencia temporal de imágenes. El análisis del movimiento visual es tan complejo como el de imágenes estáticas y comparte muchas de las dificultades que existen en la interpretación de otros tipos de sensado (p ej. táctil o acústico).

Uno de los principales esfuerzos para resolver estos problemas, es el descubrimiento de regularidades estructurales en las señales de entrada, que reflejen propiedades relevantes de la escena de manera confiable. Similarmente, también es importante desarrollar ecuaciones y modelos del mundo, que permitan que el proceso inferencial derive estas propiedades a partir de elementos básicos de la imagen. Para poder precisar estos modelos y ecuaciones es necesario poseer recursos computacionales que permitan extraer o medir una característica en particular de la imagen, lo que justifica el uso de la tecnología en el desarrollo de sistemas de análisis visual.

1.1 Antecedentes

La idea de considerar a la visión por computadora como una disciplina, se fundamenta en el gran número de problemas que se pueden estudiar y resolver, asociados a un sin número de principios y leyes diversas.

Es mediante técnicas de reconocimiento de imágenes que se obtienen las cualidades que posee dicha imagen, posteriormente se interpretan, se comparan con una base de datos central y se obtiene como resultado la identificación de un objeto determinado.

Dichas técnicas de visión, han evolucionado con el paso del tiempo y el avance tecnológico suscitado en los últimos años. Sin embargo, desde la aparición de las primeras computadoras digitales se puso claramente en manifiesto la potencia de éstas para el tratamiento de la información relacionada con mecanismos básicos y propiedades de la visión.

Los primeros sistemas de visión por computadora que aparecieron consistían en analizar procesamientos de imágenes binarias. Con el paso del tiempo, el algoritmo utilizado para dar validez de la teoría, evolucionó y permitió conocer nuevas propiedades de la imagen y los objetos dentro de ellas.

La habilidad de manipular parámetros visuales de forma controlada, llevó al desarrollo de los sistemas de intensidad de gris, evitando de esta forma la problemática que surgía al variar la intensidad de luz o textura, en el sistema anterior. De esta forma, la

visión por computadora ha logrado avances en diversas disciplinas entre las que se incluyen diagnóstico médico, sistemas de seguridad, evaluaciones automáticas, tecnología espacial, robótica, entre otras, sin embargo con el paso de los años se espera obtener un sistema mayormente perfeccionado que pueda abarcar un mayor número de ámbitos.

Así mismo, el rastreo de objetos también ha sido de gran importancia en la visión por computadora. Éste es considerado como un proceso que automáticamente localiza un punto o una serie de puntos de un cuadro a otro, en una secuencia, permitiendo al usuario estabilizar, rastrear o resolver el movimiento de algún objeto o imágenes de una cámara en movimiento. Hoy esta técnica es ampliamente utilizada e implica desde soluciones complejas de cámaras tridimensionales hasta flujo óptico, apreciada como una tecnología útil para rastrear el movimiento de cada píxel en una toma o secuencia de imágenes.

El rastreo de objetos por computadora hizo su primera aparición en la década de los 80 donde fue implementado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos como un sistema de localización para misiles. Sin embargo se investigaba desde varios años atrás.

En 1993, fue elaborado por Discreet el primer sistema de rastreo, que se brindó principalmente a la comunidad que trabajaba con efectos visuales. Desde esa época hasta la fecha, el sistema se ha ido perfeccionando, avanzando desde la versión 1.0 hasta la versión actual 6.5 en la que se incluye funciones tales como: rastreo de movimiento unidimensional, rastreo en dos puntos de escala, acercamiento del punto de rastreo

cuando éste está siendo desplazado y la manifestación del patrón de movimiento del dato resultante del rastreo.

Con los nuevos avances tecnológicos, el rastreo del movimiento ha tenido que adaptarse paulatinamente a sistemas cada vez más complejos y de mayor exigencia. Con la ayuda de un sistema de procesamiento de imágenes, sus aplicaciones pueden variar desde efectos ópticos y electrónicos en el cine hasta mecanismos de cambio y sistemas de radar, entre otras.

1.2 Descripción del Trabajo

Este reporte de tesis documenta el trabajo realizado en el desarrollo de un sistema capaz de rastrear el movimiento de un objeto rígido definido en dos dimensiones (' x' ' y ' y' '), usando un algoritmo de flujo óptico, y ofreciendo como resultados finales los parámetros de transformación del objeto en cuestión (desplazamiento en el eje ' x' ' Δx , desplazamiento en el eje ' y' ' Δy , y ángulo de rotación θ), utilizando Matlab como medio principal para el logro de estos objetivos.

La secuencia de imágenes que incluyen al objeto en movimiento es generada de dos maneras. La primera es por medio de un algoritmo que se encarga de crear este objeto dentro del plano ' $x y$ ', en una posición inicial, y posteriormente realiza las transformaciones de este mismo (desplazamientos en los ejes ' x' ' y ' y' ' y rotación) para posicionarlo en otro lugar del plano y de esta manera generar su movimiento. Toda esta información es proporcionada por el usuario, es decir, éste mismo genera su propia secuencia de movimiento. La segunda es por medio de la captura de una secuencia de

imágenes, generadas en Fireworks (software de Macromedia) como un grupo de archivos .png, que incluyen al objeto en movimiento.

El algoritmo de rastreo de movimiento utilizado está basado en dos técnicas particulares de obtención del flujo óptico entre dos imágenes. Ambas técnicas buscan obtener un conjunto de vectores que describen la dirección y la velocidad de movimiento de un píxel, o un grupo de píxeles en una secuencia de movimiento visual. La diferencia principal entre estas técnicas radica en que la primera busca analizar los patrones de cambio dentro de un radio de varios píxeles y de ésta forma identificar su movimiento de manera grupal, mientras que la segunda analiza el cambio individual de cada píxel dentro del grupo que ha sido previamente analizado, esto con el objetivo de dar mayor precisión al conjunto de vectores que describen el flujo óptico entre imágenes. Es importante mencionar que este algoritmo no fue implementado como parte del trabajo de esta tesis, ya que forma parte de la caja de herramientas para procesamiento de imágenes y video en Matlab, desarrollada por Piotr Dollar [18] que permite su uso completamente libre para implementar este y otro tipo de sistemas.

El trabajo esencial desarrollado en este proyecto, consistió en hacer un código que permitiera incorporar el algoritmo creado por Dollar, para que formara parte de un sistema de rastreo de movimiento, pues éste simplemente se encarga de calcular el flujo óptico de la imagen, sin proporcionar ningún otro tipo de información. Entonces fue requerido crear el resto del código en el cual se genera la secuencia, y posteriormente se analizan los datos que resultan del cálculo del flujo óptico, para poder discernir el tipo de movimiento que se está dando (desplazamiento lineal o rotación) y la magnitud de éste.

Es importante mencionar que las imágenes analizadas no presentan contenidos de ruido alguno, lo que facilita su interpretación. Como se ha mencionado, hay limitantes estrictas que determinan la capacidad de este sistema, como lo es la forma rígida de los objetos, la consideración de apreciarlos en un plano fijo, es decir, sin acercamiento ni alejamiento, y que éstos presentan movimientos cortos entre cada par de imágenes. Sin embargo, este sistema comprueba su capacidad y posibilidades de aplicación en condiciones similares, y a su vez abre las puertas para desarrollar trabajo a futuro como rastreo de movimiento en tres dimensiones, con objetos no-rígidos, etc.

Este documento presenta una revisión literaria que refleja el estado del arte en materia de rastreo de movimiento, haciendo énfasis en la técnica de flujo óptico empleada en esta tesis. Así mismo, describe algunas notas básicas de Matlab, sobre herramientas que fueron empleadas en el desarrollo del algoritmo. Posee también una descripción de éste y las etapas en que se realiza el rastreo de movimiento, así como un capítulo dedicado a las pruebas llevadas a cabo, que permiten evaluar la capacidad y confiabilidad del sistema. Los resultados y conclusiones obtenidos son detallados en el capítulo final del presente.

1.3 Justificación

El objetivo principal del desarrollo de esta tesis es proponer el uso del flujo óptico como un algoritmo de rastreo de movimiento con la capacidad de medir tanto desplazamientos lineales como rotacionales, pues gran parte del trabajo realizado con anterioridad, presenta debilidades en el momento de detectar cambios ocasionados por la rotación del objeto rastreado.

Se pretende comprobar que este método es capaz de proporcionar la información necesaria para rastrear un objeto de manera efectiva. Los parámetros de entrada y salida del sistema nos permitirán evaluar el desempeño de éste en distintas condiciones y de esta manera conocer las virtudes y defectos reales que posee. Así, se pueden llegar a establecer las bases para desarrollar este sistema a futuro, para que sea más efectivo y a su vez tenga una gama de aplicaciones mucho más amplia.