

Tracking de múltiples objetos aplicado a insectos

Diego Marcovecchio^{†‡}, Natalia Stefanazzi[‡], Claudio Delrieux[†], Ana Maguitman[‡], y
Adriana Ferrero[‡]

[†]Laboratorio de Ciencias de las Imágenes (LCI)
Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Computadoras (DIEC)

[‡]Grupo de Investigación en Administración de Conocimiento y Recuperación de Información - LIDIA
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación (DCIC)

[‡]Laboratorio de Zoología de Invertebrados II
Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia (DBBF)

Universidad Nacional del Sur (UNS)
Av. Alem 1253, (B8000CBP), Bahía Blanca, Argentina
Tel: (0291) 459-5135 / Fax: (0291) 459-5136

Resumen

La detección y el tracking de objetos múltiples es un aspecto muy estudiado dentro de las ciencias de las imágenes. El tracking de objetos múltiples es, en general, un problema exigente debido a una amplia gama de potenciales problemas que pueden surgir (como el movimiento brusco de los objetos, el cambio en apariencia de los objetos o la escena de fondo, frames de mala calidad, oclusión entre objetos o entre el objeto y la escena, o movimiento de la cámara). Usualmente, el tracking es realizado en aplicaciones que requieren la locación de los objetos en cada frame para realizar algún posterior procesamiento.

Conociendo la complejidad del problema de tracking, normalmente se asumen determinadas condiciones que hacen que la resolución sea más sencilla en el contexto particular. En este trabajo, describimos los métodos y técnicas utilizados para realizar una aplicación que detecta y trackea múltiples objetos (en particular, insectos en placas de Petri en videos obtenidos en un proyecto de integración con el Laboratorio de Zoología de Invertebrados II, del Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia), y analiza distintos aspectos del recorrido efectuado por cada uno de ellos.

El objetivo general y a largo plazo del proyecto es desarrollar una aplicación que permita realizar identificación y tracking de objetos genéricos.

Palabras clave: Detección de objetos, Tracking de objetos, Procesamiento de video.

Contexto

El presente proyecto se da en el marco de la colaboración conjunta desarrollada por el Laboratorio de Ciencias de las Imágenes (IIIE-CONICET <http://www.imaglabs.org>), el Grupo de Investigación en Administración de Conocimiento y Recuperación de Información (<http://ir.cs.uns.edu.ar>) y el Laboratorio de Zoología de Invertebrados II, todos pertenecientes a la Universidad Nacional del Sur.

Esta línea de investigación se lleva a cabo dentro del ámbito del LCI, y está asociada a los siguientes proyectos de investigación:

- Procesamiento inteligente de imágenes. PICT 24/K047 (SECyT-UNS). Director: Claudio Delrieux.
- PICT Start-Up 2442/2010. Director: Dr. Claudio Delrieux.

- Soporte inteligente para el acceso a información Contextualizada en entornos centralizados y distribuidos. PIP: 11220090100863. Director: Dra. Ana G. Maguitman. Fuente de financiamiento: CONICET. 2010-2012.
- Aceites esenciales y nanoinsecticidas: nuevas alternativas de productos biorracionales para el control de insectos plaga de importancia en la sanidad vegetal y humana. PGI 24/B187 (SECyT-UNS). Director: Dra. Adriana A. Ferrero.

Introducción

Dada la creciente facilidad de acceso a los dispositivos con capacidad de generación de contenido multimedia, en los últimos años ha habido un gran crecimiento en la cantidad de información disponible. Esto motivó el desarrollo de aplicaciones orientadas a procesar dicha información.

En función del gran volumen de contenido, comenzaron a desarrollarse sistemas automáticos y semi-asistidos que permiten el etiquetado de acciones en video con diferentes aplicaciones, como por ejemplo la detección de acciones sospechosas en cámaras de vigilancia [2], detección de incidentes de tránsito [4] y búsqueda de acciones en videos deportivos [1].

Este trabajo aborda el reconocimiento de insectos y el tracking de éstos en secuencias de video, con el objetivo a largo plazo de generalizar tanto la segmentación como el tracking a objetos genéricos. Este tema ya ha sido desarrollado por algunos otros autores: Balch, Khan y Veloso desarrollaron un sistema de tracking de hormigas [5] en la Universidad de Carnegie Mellon. Sin embargo, el sistema es muy limitado y presenta problemas como la oclusión de las hormigas por las paredes de la Placa de Petri, la pérdida del tracking cuando las hormigas pierden la mínima separación necesaria, la separación de los rectángulos minimax delimitantes (*bounding box*) de las hormigas (haciendo que, ocasionalmente, el programa confunda uno de los insectos con muchos de ellos debido a reflejos especulares), y la pérdida del tracking cuando las hormigas dejan de moverse por un determinado tiempo.

El sistema desarrollado en nuestro laboratorio pretende eliminar o reducir drásticamente dichos

problemas, utilizando técnicas más avanzadas de procesamiento de video, extracción de característicos, tracking y mejoras en las heurísticas, además de asumir ciertas condiciones que no son necesariamente más restrictivas, pero sí ayudan a acotar el problema.

Existen diversas motivaciones para buscar obtener un sistema de tracking generalizado; por ejemplo, la posibilidad de utilizarlo para mejorar los sistemas de control de plagas (orientados a evaluar la actividad repelente de diferentes productos), u observar el comportamiento de ciertas poblaciones de insectos sin perturbar su comportamiento natural utilizando métodos no invasivos. De la misma manera, es posible pensar en potenciales mejoras computacionales (como sugerir nuevos algoritmos biónspirados tales como la optimización basada en colonias de hormigas).

Líneas de investigación y desarrollo

La principal línea de investigación está centrada en la detección, extracción de característicos y tracking de objetos. Para ello, se diseñó y se continúa implementando una aplicación encargada de utilizar algunas de las técnicas ya conocidas de procesamiento de video para trackear insectos, con el objetivo de intentar mejorar los algoritmos de tracking ya conocidos.

Adicionalmente se realizan algunos análisis estadísticos sobre los datos obtenidos durante el procesamiento, que son posteriormente reportados al Laboratorio de Zoología de Invertebrados II con el que se realiza el proyecto en conjunto.

Propuesta y metodología

Se diseñó y realizó la implementación (que continúa en un proceso de mejora constante) de una aplicación encargada de procesar videos, segmentar, trackear y realizar análisis estadísticos del conjunto de insectos presentado. Indicamos a continuación el funcionamiento de cada subsistema.

Videos

Los videos fueron realizados para evaluar la actividad repelente del aceite esencial extraído de una planta nativa del norte argentino en cucarachas. Para ello, discos de papel de filtro de 18 cm de diámetro fueron divididos en dos mitades; una de ellas se roció con 1 mL del aceite en tanto que la otra no recibió tratamiento, y sobre el papel se liberaron insectos. Se utilizaron anillos plásticos de 10 cm de alto para evitar el escape de las cucarachas. Las filmaciones se registraron en un cuarto cerrado en condiciones controladas de humedad y temperatura durante 30 minutos.

Segmentación

La aplicación desarrollada procesa el video, reconociendo inicialmente a las cucarachas utilizando un centroide de color característico y aplicando algoritmos de clustering [3] adaptados, de manera que cada insecto quede contenido en una *bounding box*. En adelante, cada insecto será identificado frame a frame por la *bounding box* que lo contiene, así como su vector de movimiento, y un historial que permite identificar el rastro dejado.

Tracking

En cada frame se detecta el movimiento de los pixels con color característico dentro de cada *bounding box*, haciendo uso de técnicas de erosión y dilatación para reducir problemas de ruido en el video, y reajustando la posición de cada caja según el nuevo centroide de pixels positivos.

Los problemas de oclusión entre objetos mencionados en el sistema de Balch, Khan y Veloso se solucionan parcialmente reaplicando algoritmos de *clustering* y un modelo probabilístico; de la misma manera, como se asume una cantidad constante de objetos en el video, la separación de las *bounding box* se soluciona, pues en todo momento se conocen las respectivas posiciones y vectores de movimiento de cada insecto, y las *bounding box* se reposicionan dinámicamente frame a frame, en lugar de crear una nueva caja por cada potencial insecto detectado. Por último, al utilizarse las *bounding box* y ajustar sus posiciones según el contraste de los pixels característicos respecto al fondo, si los insectos

dejan de moverse las cajas no corren riesgo de desaparecer.

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos realizados posteriormente al procesamiento consisten, en primera instancia, en detectar qué porcentaje de tiempo pasa cada insecto en las zonas tratadas y no tratadas con insecticidas, para poder estudiar la efectividad de éstos. Como se mantiene un historial de las posiciones y el recorrido de cada insecto, también es factible realizar otros análisis como la tortuosidad del recorrido.

Resultados y Objetivos

Resultados preliminares

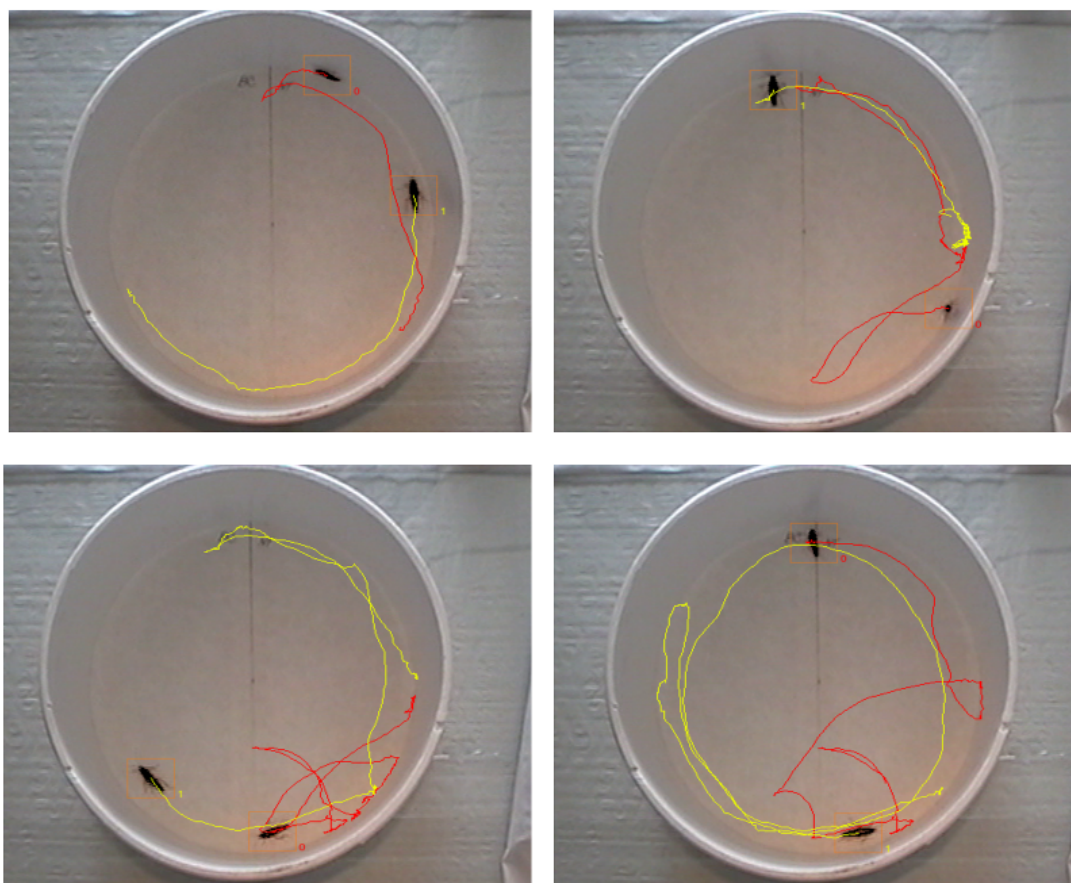
Actualmente, el sistema hace un tracking efectivo de los insectos en todas las condiciones normales presentadas en los videos, pudiendo generar estadísticas porcentuales respecto al tiempo de presencia de cada insecto en las regiones de interés con gran efectividad. La aplicación además demuestra robustez con cambios abruptos que se han presentado en la iluminación de la habitación en la que se filmaron los videos. Sin embargo, existen aún algunas limitaciones en la aplicación; entre ellas, la posibilidad de un tracking menos efectivo en caso de que dos o más insectos ocupen el mismo terreno durante mucho tiempo, pudiendo confundírseles, y fallos menores en las estadísticas debido a frames de mala calidad en el video.

En la figura 1 se puede observar a la aplicación en funcionamiento.

Trabajo a futuro

Una de las principales características que se pretende agregar en el futuro es la capacidad de realizar la segmentación y el reconocimiento de los insectos sin utilizar un centroide de color característico; también es deseable el agregado de verificaciones de sensatez (*sanity checks*) entre cortos intervalos de tiempo, para comprobar que las *bounding box* efectivamente estén posicionadas en todo momento sobre un insecto, y en caso contrario, reanalizar el cuadro completo para reposicionarlas; de esta manera, la aplicación resultaría aún más robusta, y

Figura 1 La aplicación en ejecución. Se puede observar las *bounding box* de cada insecto, así como el rastro dejado por cada uno en diferentes momentos.



permitiría realizar los análisis estadísticos de manera aún menos asistida.

Formacion de Recursos Humanos

Actualmente el equipo de trabajo de esta línea de investigación se encuentra formado por un becario de posgrado poseedor de una beca de ANPCyT, junto a su director y co-directora de tesis, más una estudiante de grado de biología y su directora de tesina.

Además, como parte de las actividades asociadas al proyecto se realizan cursos de grado y postgrado en Procesamiento Digital de Imágenes y Minería de datos.

Referencias

- [1] Changsheng Xu y Qingming Huang Guangyu Zhu. Player action recognition in broadcast tennis video with applications to semantic analysis of sports game. In *in Proc. ACM Multimedia, 2006*, pages 431–440, 2006.
- [2] M. Fujii y S. Satoh M. Takahashi, M. Naemura. Human action recognition in crowded surveillance video sequences by using features taken from key-point trajectories. In *Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CV-PRW), 2011 IEEE Computer Society Conference on*, pages 9–16, June.
- [3] J. B. MacQueen. Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In L. M. Le Cam and J. Neyman, editors, *Proc. of the fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, volume 1, pages 281–297. University of California Press, 1967.
- [4] Katsushi Ikeuchi y Masao Sakauchi Shunsuke Kamijo, Yasuyuki Matsushita. Incident detection at intersections utilizing hidden markov model, 1999.
- [5] Zia Khan y Manuela Veloso Tucker Balch. Automatically tracking and analyzing the behavior of live insect colonies, 2000.