

Sistema de control electrónico de estabilidad para estudiar datos de interés estratégico sobre cultivos.

Peretti Gastón¹, Gallina Sergio², Felissia Francisco¹, Bernardi Emanuel¹, Pipino Hugo¹, Depetris Leonardo¹, Cervetto Mayco¹, Depetris Lorenzo¹

- 1) Departamento de Electrónica de la Facultad Regional San Francisco de la Universidad Tecnológica Nacional
- 2) Departamento de Electrónica Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca

Av. De la Universidad 50- San Francisco (Pcia. de Córdoba) – CP (2400)

Tel.: 03564-421147 / e-mails: gastonperetti@gmail.com

Resumen

En este proyecto se propone desarrollar un sistema de control electrónico de estabilidad factible de ser montado sobre un aeromodelo, que nos permita obtener el enfoque y la resolución necesaria para capturar imágenes de muy alta resolución y luego mediante las mismas, extraer datos de interés estratégico del cultivo como tipos de cultivos, rendimientos, estimación de pérdidas, cantidad de superficies inundadas, necesidades hídricas (cantidad de agua que necesitan), etc. El sistema será montado sobre dos tipos de aeromodelos (cuadrícóptero y un planeador). El motivo de montar el sistema sobre distintos aeromodelos, es analizar y evaluar el comportamiento del sistema de estabilización electrónico a desarrollar, y por otra parte evaluar la eficiencia de ambos tipos de aeromodelos en función de la variable que se desee analizar.

Palabras clave: Control de estabilidad - Agricultura de precisión – Estimación de datos de cultivos.

Contexto

La investigación está inserta dentro de la línea de control y procesamiento de imágenes. El proyecto de

investigación se lleva a cabo en el ámbito del Departamento de Electrónica de la Facultad Regional San Francisco y el Departamento de Electrónica de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca.

La Institución que acredita el proyecto de Investigación y desarrollo (PID) es Rectorado de la Universidad Tecnológica Nacional como proyecto de investigación y desarrollo mediante la financiación del mismo con fecha de aprobación en el mes de Abril del 2016.

Introducción

Un sistema con sensores o videocámaras aerotransportados se presenta como una poderosa herramienta para el estudio de recursos naturales de nuestro país, y para la medición de datos estratégicos de cultivos. Los sistemas de adquisición de imágenes representan una gran posibilidad para cubrir las necesidades de numerosas líneas de investigación en las ciencias del suelo y del medioambiente.

Las cámaras o diversos tipos de sensores que se instalan en aeromodelos u otros medios de elevación, aportan una visión diferente a la de los sensores terrestres, es decir tienen la ventaja de obtener una lectura mucho más cercana a la realidad. Los mayormente utilizados son los sensores de radiación [1], sensores multi-espectrales [2], [3] [4], sensores electromagnéticos [5], entre muchos otros [6], todos

ellos ayudan al entendimiento de fenómenos que se manifiestan sobre la superficie de la tierra, e inclusive sirven para conocer lo que sucede por debajo de esta. Las ciencias que se benefician de la utilización de los diversos sensores son la: geología, agronomía, ecología, hidrología, biología, micro-meteorología, sociología, ciencias ambientales, entre muchas otras.

Esta información generalmente sirve como soporte a mediciones efectuadas desde otros puntos de vista como son aquellas en que se utilizan sensores terrestres o satelitales y mediante las mismas se busca diagnosticar la salud de la cobertura terrestre, o determinar cualquier factor que influya en ella de alguna manera.

Los productores agropecuarios se benefician con la información que brindan este tipo de sistemas permitiendo realizar un diagnóstico general de toda la superficie que tienen cultivada [6], en busca de evidencias de alguna posible deficiencia hídrica o nutricional, o cuantificar el daño en la superficie por algún fenómeno o plaga, o simplemente para conocer lo saludable que se encuentran sus cultivos. Para el caso particular de imágenes multi-espectrales, de amplia cobertura como son las imágenes satelitales poseen limitaciones en la resolución espacial, la resolución espectral, el período de revisita o frecuencia temporal de pasaje del satélite y el costo de la información en términos generales. Es por este motivo que cada día son mayormente utilizados los sistemas que poseen aeromodelos ya sea tripulados o no tripulados (UAV) para captar imágenes y estimar mediante las mismas datos de cultivos [7]. Se debe tener en cuenta que un sistema de este tipo podría ser utilizado prácticamente en el momento que sea requerido.

La utilización de sensores aerotransportados tienen amplio espectro de aplicaciones dentro de múltiples líneas de investigación actuales. Por ejemplo la adquisición de datos de flujo de gases con efecto invernadero es una temática activa en aquellas naciones que firmaron el protocolo de Kyoto. Por ende todas las investigaciones que relacionen estas temáticas tendrán gran utilidad y aplicación futura.

Durante el año 2015, en la Facultad Regional San Francisco, se ha ensamblado un pequeño planeador con capacidad para montar una cámara go-pro sobre su fuselaje. También se ha probado con éxito el transmisor de 2,4 Ghz para el control del vuelo, como

así también el sistema de transmisión de video en tiempo real. Si bien existen hoy en día desarrollos sobre aeromodelos no tripulados, con sistemas automáticos de vuelo, no existen desarrollos que combinen un sistema de control de estabilidad de tres ejes electrónico que permita montar una cámara go-pro de alta definición, sobre un planeador y cuadricóptero. Se prevee analizar la eficiencia del control electrónico de estabilidad a desarrollar sobre ambos tipos de aeromodelos.

Por otra parte el control de estabilidad de la cámara go-pro, le permitiría al sistema obtener fotografías y videos de mejor calidad, pudiéndose de esta manera realizar un análisis más minucioso de los datos extraídos y estimar datos de interés como rendimientos, pérdidas o cantidad de superficies inundadas con mucha mayor precisión a la hora de aplicar procesamiento digital de imágenes sobre las mismas. También se prevee en el desarrollo del sistema de estabilidad electrónico de tres ejes controlar la posición de la cámara y el momento del disparo en tiempo real, de modo que el sistema sea novedoso, innovador y de gran utilidad para la aplicación concreta en que se desea aplicar.

Otro aporte de investigación es la comparación entre las distintas imágenes extraídas y el análisis de los datos relevados mediante procesamiento de imágenes, que permitirían en principio comparar las virtudes y defectos de ambos aeromodelos (planeador y cuadricóptero) en función de la variable estratégica del cultivo que se desea estimar.

La principal contribución al avance científico es la estimación de datos de interés estratégico sobre los cultivos, los cuales permitiría en principio la caracterización de los rendimientos en función del tipo de cultivo, la zona y variables locales como temperaturas, humedad, cantidad de lluvias, etc. Por otra parte también permite al productor agropecuario una estimación rápida de ganancias y pérdidas después de eventos no esperados como inundaciones por ejemplo, y evaluar en forma rápida y concreta posibles soluciones para tomar decisiones en cuanto a la logística de la cosecha.

En el ámbito tecnológico, se presenta la posibilidad de implementar distintos desarrollos de hardware y software. Es de esperar que la solución que se pretende desarrollar sea referente en cuanto a la implementación de un sistema de corrección en

tiempo real, de bajo peso y de gran estabilidad para poder ayudar a la obtención de imágenes y videos de mayor estabilidad y calidad. Por otra parte un sistema de este tipo abre un abanico de posibilidades concretas de desarrollo futuro en cuanto a la utilización por ejemplo de cámaras espectrales para estimar distintos índices de vegetación como el índice normalizado diferencial de vegetación (NVDI), que está relacionado con la actividad fotosintética de la planta y la estructura foliar, permitiendo determinar la vigorosidad de la planta.

En cuanto a transferencia al medio, el sistema pretende tener aplicación inmediata para que sea utilizado en un principio, para el productor para la toma de decisiones concretas, sobre todo en momentos en que el acceso a la zona a estudiar se hace inviable por inundaciones o caminos anegados por ejemplo.

Línea de Investigación y Desarrollo

Nuestro proyecto consta de los siguientes ejes:

1. Determinación de las necesidades de hardware y software que se requieren para el desarrollo del sistema de estabilidad en general.
2. Estudio de los dispositivos que pueden ser integrados en el sistema, en base a la disponibilidad y oferta en Argentina.
3. Definición de la estrategia de procesamiento digital de imágenes a utilizarse en función del objetivo planteado (detección de porcentaje de superficies inundadas, estimación de pérdidas, rendimientos, etc).
4. Desarrollo del software de control y hardware para el sistema de control de estabilidad de la cámara.

Objetivos y Resultados

OBJETIVO GENERAL: desarrollar un sistema de control electrónico de estabilidad de tres ejes con el fin de mantener estable una cámara de alta definición go-pro, que permita contrastar las virtudes y defectos de ambos aeromodelos en función de la variable estratégica del cultivo que se desea estudiar utilizando las imágenes extraídas en el relevamiento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Evaluar la eficiencia del control electrónico de estabilidad de tres ejes para cámara de alta definición go-pro en función de las imágenes y videos obtenidos en ambos aeromodelos.
- Estimar mediante procesamiento digital de imágenes tipo de cultivo, rendimientos, cantidad de superficie inundada, etc.
- Procesar la información estimada con la información real del sitio elegido a modo de calibrar el sistema estimar mediante procesamiento digital de imágenes tipo de cultivo, rendimientos, cantidad de superficie inundada, etc.
- Contrastar las virtudes y defectos de ambos aeromodelos en función de la variable que se desea estimar mediante procesamiento digital de imágenes tipo de cultivo, rendimientos, cantidad de superficie inundada, etc.
- Aportar los resultados de la investigación a la región de modo de concientizar la utilización de aeromodelos no tripulados para la toma de decisiones en el sector agropecuario.
- Sembrar las bases necesarias para el desarrollo de un aeromodelo no tripulado en la Facultad Regional San Francisco, a modo de profundizar cuestiones académicas, profesionales y de extensión en el ámbito agropecuario y aportar los resultados de la investigación a la región de modo de concientizar la utilización de aeromodelos no tripulados para la toma de decisiones en el sector agropecuario.

RESULTADOS: considerando que el proyecto se encuentra en su fase inicial, los resultados que se esperan, se pueden resumir como:

- ✓ Estabilización de la cámara go-pro con un sistema de estabilización electrónico frente a posibles movimientos de los aeromodelos y vibraciones.
- ✓ Estimación de los distintos datos estratégicos de los cultivos tales como tipos de cultivos, rendimientos, estimación de pérdidas, cantidad de superficies inundadas, necesidades hídricas (cantidad de agua que necesitan), etc.

- ✓ Planificar clases prácticas en asignaturas y cursos relacionados con la tecnología utilizada en la agricultura de precisión y la automatización en general, a fin de complementar la enseñanza en las carreras de grado de Ingeniería Electrónica, Mecánica, e Informática.
- ✓ Realizar transferencia de tecnología a empresas del sector agropecuario.

Formación de Recursos Humanos

El director del proyecto, Mg. Esp. Ing. Peretti Gastón Carlos realizó la Maestría en Ciencias de la Ingeniería, mención Telecomunicaciones en la Universidad Nacional de Córdoba. En la actualidad es docente de la carrera de Ing. Electrónica de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco, en la cátedra de Dispositivos Electrónicos y posee publicaciones en congresos y libros referidas a las líneas de investigación sistemas de control y comunicaciones. El Codirector del proyecto, Ing. Sergio H. Gallina ha cursado los módulos correspondientes a la Maestría en Ingeniería de software y a la especialidad en Gestión Estratégica de los Servicios de Telecomunicaciones, actualmente trabaja en la tesis de la especialización manteniendo una estrecha relación con otras instituciones tales como el Dpto. Electrónica de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Córdoba y el Dpto. Electrónica de la UTN Facultad Regional San Francisco. El Ing. Felissia Sergio, se encuentra actualmente cursando la Maestría en Sistemas de Control aplicado en la UTN Facultad Regional Paraná y es docente de la misma universidad en las cátedras de de Informática I, Sistemas de Control Aplicado y Control de Procesos. El grupo de investigación también está conformado por alumnos avanzados de la carrera Ingeniería Electrónica de la Facultad Regional San Francisco y la Universidad Nacional de Catamarca.

El impacto esperado del proyecto se basa en la fundación de un grupo de trabajo interdisciplinario orientado al control y los sistemas de comunicaciones con un objetivo único y general que es el de generar conciencia en el manejo eficiente de los recursos naturales en el ambiente agropecuario.

Referencias

- [1] Berni A., Zarco P., Suarez P., Fereres E., "Thermal and Narrow-band Multispectral Remote Sensing for Vegetation Monitoring from an Unmanned Aerial Vehicle", IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2008.
- [2] Suarez, L., Zarco P.J., Gonzalez V., Berni J.A., Fereres E. Septiembre, "Detección de stress hídrico y calidad de frutos en cultivos mediante el índice PRI a través de imágenes de alta resolución espacial", Calatayud, Salomón Montesinos Aranda, pp. 29-32, 2009.
- [3] Melchiori A., "Sensores aerotransportados para el estudio de los recursos naturales. Instituto de clima y agua". CNIA-INTA, 2009.
- [4] Berni A., Zarco P., Sepulcro G, Federes E, Villalobos F. Septiembre, "Estimación de conductancia estomática y detección de estrés hídrico en vegetación mediante imágenes térmicas de alta resolución espacial obtenidas con un vehículo aéreo no tripulado (UAV)". Calatayud, Salomón Montesinos Aranda, pp. 25-28, 2009.
- [5] Schellberg J., Hill M., Rothmund M., Braun M., "Precision agriculture in grassland: Applications, perspectives and constraints". European journal of Agronomy, vol 80, pp. 59-71, 2008.
- [6] Jensen T., Apan A., Young F., Zeller L., "Detecting the attributes of a wheat crop of awheat crop using digital imagery acquired from a low-altitude platform", Computers and Electronics in Agriculture, vol 59, pp 66-77, 2007.
- [7] Kymberly Tuck., "Tilt sensing using linear accelerometers", Acelerometer Systems and Applications Systems. Rev. 6, 2007.