

Universidad del Cauca
Instituto de postgrados en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Programas de Maestría y Doctorado en Ingeniería Telemática
Seminario de Investigación

Titulo de la relatoría:

Sistemas de Sensado Remoto para Agricultura de Precisión

Relator: Ing. Liseth Campo, estudiante de Maestría
Co-relator: PhD. Juan Carlos Corrales - MSc. Fernando Aparicio Urbano
Protocolante: David Camilo Corrales Muñoz, estudiante de Doctorado

Fecha: 5 de septiembre de 2014

Hora de Inicio: 10:15 a.m.

Hora de Finalización: 11:00 a.m.

Lugar: Universidad del Cauca, Popayán

Asistentes:

PhD. Juan Carlos Corrales (Coordinador del seminario)

MSc. Fernando Aparicio Urbano (Co-relator)

PhD. Juan Carlos Corrales (Co-relator)

Ing. Liseth Campo (Relator)

Estudiantes de Maestría y Doctorado en Telemática (U. del Cauca)

Estudiantes de Pregrado de la FIET

Orden del día:

- 1- Presentación a cargo del relator.
- 2- Intervención del co-relator.
- 3- Discusión.

Desarrollo:

1- Presentación a cargo del relator:

La Ing. Liseth Campo inicia la presentación de su propuesta de investigación de maestría, mencionando los puntos que compone su presentación, los cuales son: contexto, motivación ,trabajos relacionados, y pregunta de investigación. A continuación se explican los puntos mencionados.

Contexto

La Ing. Campo inicia su discurso presentando la definición de agricultura de precisión (AP) definida como la "*Gestión de la agricultura en sitios específicos de una manera automatizada usando tecnologías de la información y la comunicación*" según Bongiovanni & Lowenberg-Deboer en el año 2004. A partir de este concepto, la Ing. Campo explica tres enfoques de gran relevancia en AP:

- **Recolección de datos:** información del campo o de una parcela georreferenciada espacialmente con detalles del suelo, la planta o el medio ambiente.
- **Interpretación:** información relacionada con mapas temáticos como lo son: rendimiento, nutrientes, isosalinidad, etc, que ayudan a los modelos para la toma de decisiones.
- **Aplicación:** sistemas de riego que aumentan la eficiencia del uso del agua y los fertilizantes.

Una vez explicados los conceptos anteriores, la Ing. Liseth aclara que su trabajo de maestría estará orientado al enfoque de recolección de datos, indicando que este enfoque a su vez contiene diferentes categorías, las cuales menciona posteriormente:

- **Redes de sensores inalámbricos:** dispositivos equipados con sensores que se comunican inalámbricamente para llevar a cabo una aplicación específica.
- **Estaciones meteorológicas:** dispositivos equipados con sensores que se comunican inalámbricamente para llevar a cabo una aplicación específica.
- **Sensado remoto:** método para la obtención de información de las propiedades de un objeto o fenómeno sin contacto directo, mediante cámaras, radares, sonares, magnetómetros, entre otros.

En este orden de ideas, la Ing. Campo aclara que su trabajo de investigación estará enfocado en realizar sensado remoto, el cual se puede realizar de dos formas:

- **Sensado remoto satelital:** información que involucra imágenes satelitales para diferentes dominios de aplicación como por ejemplo: imágenes donde se presenten las pérdidas de un cultivo específico, tala de árboles, etc.
- **Sensado remoto aéreo o fotogrametría:** el cual captura imágenes mediante: (1) aviones o (2) drones. De esta forma la Ing. Campo indica que su nicho de investigación estará enfocado al uso de drones, resaltando las siguientes ventajas:
 - ✓ Los sensores incluyen cámaras multi-espectrales, de infrarrojo cercano, en el espectro visible, hiper-espectrales y escáneres laser .

- ✓ Las aplicaciones con al menos uno de los sensores se basan en la reconstrucción de los escenarios a partir de la extracción de características, el solapamiento y corrección geométrica de un conjunto de imágenes.
- ✓ Con el análisis de los mosaicos de cultivos es posible la detección de malezas, enfermedades y la clasificación de frutos .

Motivación

La Ing. Campo presenta su escenario de motivación justificado en tres puntos secuenciales:

1. El incremento de los procesos de innovación en los sistemas agrícolas con miras a mejorar la productividad, reducir los costos de producción y elevar la calidad agroalimentaria.
2. Para contribuir con el incremento en los procesos de innovación (punto 1), obtener información precisa del crecimiento, deterioro y evolución del cultivo, sin intervención directa (que no afecten el medio ambiente) y en localizaciones específicas.
3. La obtención de información precisa (punto 2), se logra gracias al uso de tecnologías emergentes como los drones, los cuales pueden acoplar cámaras de alta definición y múltiples sensores.

Adicionalmente refuerza la justificación del uso de los drones respecto al sensado remoto tradicional a través de 5 características: resolución espacial, dependencia de condiciones atmosféricas, costo, resolución temporal, y oferta de servicios.

Trabajos relacionados

La Ing. Campo presenta la sección de trabajos relacionados indicando como premisa la definición de dos parámetros condicionales:

1. ***Drone multirrotor de bajo costo:*** generalmente son utilizados los Parrot AR Drone, que es un cuadricóptero comercial radio controlado, equipado con dos cámaras (frontal e inferior) y conexión wifi.
2. ***Cultivos propios de la región pacífica Colombiana:*** considerada una de las regiones más húmeda del país, con suelos de baja fertilidad, alta toxicidad y acidez; se presenta escasa luminosidad, inundaciones, deficiente drenaje e intenso régimen pluviométrico

Con base en la definición de los parámetros condicionales, la Ing. Campo aborda la presentación del estado del arte para su temática de investigación, dividiéndolo en tres categorías:

1. ***Posicionamiento de un cuadricóptero:*** en esta sección se encuentran diferentes tipos de trabajos de investigación, clasificados de la siguiente forma:
 - ***Unidad de movimiento inercial (5 artículos):*** hacen uso de técnicas como: controladores lineales PID, regular lineal óptimo cuadrático LQR, control

robusto adaptativo ARC, PID con filtro de Kalman extendido, sin embargo estas aproximaciones se plantean para ambientes cerrados.

- **GPS (3 artículos):** a partir de señales satelitales obtienen la posición, y en caso de tener problemas en lugares cerrados, implementan el uso de dos o tres sensores observables para diferentes satélites. El problema de este enfoque radica en la poca precisión de posicionamiento y además no consideran la altura.
- **Combinación de sensores (3 artículos):** este enfoque hace uso de receptores GPS y telémetros para el posicionamiento, sin embargo está altamente acoplado a las condiciones atmosféricas.

2. **Cobertura de un cultivo de drones:** los trabajos de investigación agrupados en esta categoría se encuentra divididos de la siguiente manera:

- **Ruta pre-programada (3 artículos):** construyen un conjunto de puntos definidos (waypoints) para realizar vuelos, como por ejemplo en Zigzag a través de líneas paralelas. El problema de este enfoque se observa en no considerar las capacidades de la plataforma.
- **Autonomía de drones (3 artículos):** planifican tareas requeridas, preventivas, y reactivas, a través de diferentes tipos de algoritmos (descomposición celular, heurísticos, frente de onda, enjambre de drones). Una de las limitaciones en los trabajos relacionados con la autonomía de drones radica en implementación solo para el sector agrícola y áreas planas.

Adicionalmente la Ing. Liseth enfatiza que no se considera la topografía del cultivo en las rutas pre-programadas y en la autonomía de drones.

3. **Sensado remoto con drones:** los trabajos presentados en esta categoría son agrupados en dos secciones:

- **Fotogrametría (5 artículos):** reconstruyen escenarios de un conjunto de imágenes teniendo en cuenta la orientación de la imagen, calibración de la cámara y topografía de la superficie. El inconveniente encontrado por la Ing. Campo en esta sección, radica en que el procesamiento de errores se realiza en la estación base.
- **Aplicaciones en agricultura (5 artículos):** se analizan mosaicos de cultivos para la detección de malezas, enfermedades y clasificación de plantas considerando la detección de bordes, color y la clasificación de las mismas a través de técnicas como el análisis principal de componentes con lógica difusa. Los trabajos abordados en esta sección por la Ing. Liseth tienen la limitante que solo consideran áreas planas.

Pregunta de Investigación

Con base en las consideraciones descritas en los puntos anteriores, la Ing. Campo presenta la pregunta de investigación:

¿ Cómo obtener información confiable de un cultivo agrícola mediante un Drone, considerando sus capacidades y las características del área de cobertura?

2- Intervención de los Co-relatores

El MSc. Fernando Urbano inicia la co-relatoría, indicando que el trabajo de investigación de la Ing. Campo está enmarcado en la línea e-@mbiente, teniendo como precedente un trabajo de investigación de pregrado que involucra temas relacionados con la evaluación de redes de sensores inalámbricos, el cual fue aprobado el día de ayer. Adicionalmente el MSc. Urbano resalta la aprobación de un proyecto de investigación por la Vicerrectoría de Investigaciones (VRI) de la Universidad del Cauca, enmarcado en el trabajo de investigación de la Ing. Campo.

Por otra parte el PhD. Juan Carlos Corrales, indica que el tema de investigación es muy interesante ya que diferentes empresas en Bogotá lo trabajan, sin embargo están en periodo de experimentación. Adicionalmente el PhD. Corrales, aclara que su aporte como tutor del trabajo de investigación de la Ing. Liseth, radica en la generación de algoritmos inteligentes enfocados al Drone. Finalmente el PhD. Juan Carlos resalta la labor realizada por la Ing. Campo, especialmente en la revisión del estado del arte, y la rápida construcción del anteproyecto.

3- Discusión

El MSc. Diego Duran realiza las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es el aporte de investigación?
2. ¿Cómo podrías especificar un poco más tu propuesta a partir de la pregunta de investigación?

La Ing. Campo da respuesta a las preguntas de la siguiente forma:

1. Los aportes están orientados a generar autonomía en el Drone de bajo costo y que la información que se recolecte sea de calidad.
2. Por cada aporte se debe contextualizar más, sin embargo se tiene el apoyo de un grupo de investigación de ingeniería física que trabaja con el procesamiento de imágenes, para la parte electrónica del Drone el MSc. Urbano, y el PhD. Corrales en algoritmos inteligentes.

El PhD. Juan Carlos Corrales realiza la siguiente aclaración:

El aporte de investigación de la Ing. Campo es considerar una adecuada altura para la toma de imágenes (ya que los trabajos de investigación que existen hasta el momento solo trabajan sobre terrenos planos y no consideran la altura), además de seleccionar las

imágenes que no tienen errores en la captura, ya que existen condiciones como el viento que dificultan la captura de las mismas, generando imágenes borrosas.

El MSc. Fernando Urbano realiza el siguiente aporte:

El trabajo de Maestría de la Ing. Liseth no abordará la parte electrónica del Drone, simplemente considerará el uso de un altímetro y posiblemente el uso de una Raspberry para capturar los valores de altura.

La MSc. Magaly Cerón realiza la siguiente observación:

El alcance del trabajo de maestría es demasiado amplio y por este motivo no se observa claramente el aporte de investigación, la presentación tiene más peso en los temas relacionados con los Drones que en el aporte de investigación.

El PhD. Juan Carlos Corrales interviene:

La observación de la MSc. Cerón es muy acertada ya que la ponencia está enfocada en presentarse como un proyecto, y no como un trabajo de maestría.

El Ing. Helder Castrillon realiza las siguientes preguntas:

1. Los temas de agricultura de precisión son trabajados en otras Universidades del País?
2. Como es el movimiento de la comunidad de los drones a nivel departamental?

La Ing. Campo da respuesta a las preguntas de la siguiente forma:

1. Hasta al momento se han encontrado trabajos en una Universidad del Meta, en la Universidad ICESI, Universidad Javeriana, entre otras, sin embargo en estas investigaciones se debe tele operar el Drone para la captura de imágenes.
2. A nivel internacional hay gran número de trabajos haciendo uso de los Drones bajo diferentes contextos, mientras que a nivel nacional están en pleno auge y se conocen hasta el momento 4 empresas, finalmente a nivel local, Noti-Visión hace uso de un Drone para capturar imágenes acerca de sus noticias.

El Ing. Daniel Jaramillo realiza la pregunta:

¿De qué forma se va a obtener la información confiable, como lo plantea la Ing. Liseth en la pregunta de investigación?

La Ing. Campo responde a la pregunta:

La forma de obtener la información confiable hace parte del desarrollo de la tesis de maestría, sin embargo se ha considerado enviar fotos frecuentemente, y en caso de que se pierda el enlace inalámbrico, el Drone las guarda hasta que restablezca la conexión, sin embargo estos son detalles que pueden cambiar en el transcurso de la investigación.