

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: 7 de noviembre 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 relatoría de su propuesta de investigación de maestría, mencionando los puntos que compone su presentación, los cuales son: contexto, motivación ,trabajos relacionados, pregunta de investigación, objetivos y plan de trabajo. 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 enfocado a la recolección de datos mediante teledetección, haciendo uso de plataformas de observación aéreas, específicamente drones, definidos como sistemas aéreo no tripulados que pueden ser controlados remota o autónomamente.

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:** 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:** 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:** 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 encuentran divididos de la siguiente manera:
 - **Ruta pre-programada:** 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:** 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:** 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:** 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?

Objetivos

La Ing. Liseth, presenta los siguientes objetivos:

General

Implementar un sistema de sensado remoto para agricultura de precisión soportado en un robot aéreo multirroto de bajo costo.

Específicos

- Desarrollar una estrategia para el posicionamiento del *drone* en ambientes abiertos mediante la integración de sensores y unidades de procesamiento externo.
- Evaluar dos o más algoritmos de cobertura para generar planes de vuelo sujetos a las capacidades del cuadricóptero y las características del cultivo.
- Establecer un mecanismo de evaluación en tiempo de vuelo de la imagen obtenida por el *drone*.
- Implementar y evaluar los mecanismos propuestos en la construcción de un sistema de sensado remoto para un cultivo agrícola de la región.

Plan de trabajo

Para el desarrollo del proyecto de investigación la Ing. Campo, planteo el uso del “Modelo Integral para un Profesional en Ingeniería”. De acuerdo con este modelo, la Ing. Liseth identificó tres grandes componentes: el Modelo de Investigación Documental utilizado para la generación de la base conceptual, el proceso de desarrollo hardware/software enfocada hacia software embebido bajo limitaciones de hardware estrictas y la metodología para la evaluación experimental mediante el análisis de DESMET.

2- Intervención del Co-relator

El MSc. Fernando Urbano inicia la co-relatoría, indicando que el trabajo de investigación de la Ing. Campo está enmarcado en la mejora de procesos de producción agrícola buscando que los drones sea un apoyo para el productor, adicionalmente resaltó que el objetivo principal del proyecto de la Ing. Liseth es mejorar la calidad de la toma de la medición del Drone, así mismo las rutas que debe seguir de manera inteligente.

3- Discusión

El Sr. Juan Bernardo Ceballos realiza la siguiente pregunta:

¿Cuáles son los criterios para medir el éxito de las imágenes?

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

El trabajo está enfocado en reunir la información para que otras personas se encarguen de realizar otro tipo de análisis.

El PhD. Juan Carlos Corrales realiza la siguiente aclaración:

En el transcurso del desarrollo del proyecto se utilizará la metodología DESMET, con el objetivo de analizar los criterios o métricas de éxito.

El Ing. Gustavo Uribe realiza las siguientes preguntas:

1. Porque no consideraron utilizar globos ?

El Ing. Aparicio Burbano realiza la siguiente aclaración:

No se consideran utilizarlos ya que no tienen mecanismos de estabilización, y solo responden a las condiciones del ambiente.

2. Porque no consideraron utilizar red celular y GPS?

La Ing. Campo responde:

No se considera utilizar red celular y GPS ya que se trabajará en zonas abiertas donde posiblemente no hay señal.

El Ing. Mario Solarte realiza la siguiente recomendación:

Eliminar la palabra implementar o evaluar del objetivo específico número 4, ya que este objetivo se estaría convirtiendo en dos.

El MSc. Diego Duran realiza la siguiente observación:

Presentar de manera didáctica el cronograma, ya que al presentar los objetivos y luego pasar directamente al cronograma el público se pierde, es mejor presentar el actividades generales por cada objetivo y los avances que se han tenido.

La MSc. Magaly Cerón realiza la siguiente observación:

Para el plan de trabajo, en esta caso no es conveniente trabajar con el Modelo Integral para un Profesional en Ingeniería, ya que es un modelo muy sesgado y lineal, por este motivo sugiere utilizar una metodología más abierta como paquetes de trabajo.