



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado**  
**SOLICITUD PRÓRROGA DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

**DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

<b>Denominación:</b>	Estimación eficiente de la posición y orientación en tiempo real de vehículos aéreos no tripulados
<b>Código:</b>	EIUTICO0003832TC
<b>Programa:</b>	Electrónica, Informática y Comunicaciones
<b>Facultad Regional:</b>	Córdoba
<b>UCT (Lugar/es de trabajo):</b>	Centro de Investigación en Informática para la Ingeniería

**Proyecto Original**

<b>Duración en meses del Proyecto</b>	36
<b>Fecha de inicio del Proyecto</b>	01/01/2016
<b>Fecha de finalización del Proyecto</b>	31/12/2018

**Prórroga del Proyecto**

<b>Duración en meses de la prórroga</b>	12
<b>Fecha de finalización del Proyecto Prorrogado</b>	31/12/2019

**DATOS DE LA DIRECCIÓN****Director:**

Apellido y Nombres	Categoría P. Inc.	Categoría UTN	Dedicación al proyecto (Horas Semanales)
DESTEFANIS, EDUARDO ATILIO	I	C	20

**Co-director/ es:**

Apellido y Nombres	Categoría P. Inc.	Categoría UTN	Hs. Semanales de dedicación al proyecto

**PERSONAL CIENTÍFICO TECNOLÓGICO QUE PARTICIPA EN EL PID**

Apellido y Nombre	Cargo	hs/sem	Fecha de alta	Fecha de baja
CANALI, LUIS RAFAEL	INVESTIGADOR FORMADO	10	01/01/2016	31/12/2017
DESTEFANIS, EDUARDO ATILIO	CO-DIRECTOR	10	01/01/2016	31/04/2017
DESTEFANIS, EDUARDO ATILIO	DIRECTOR	20	01/05/2017	31/12/2019
PEREZ PAINA, GONZALO FERNANDO	INVESTIGADOR FORMADO	20	01/01/2016	31/12/2019
PAZ, CLAUDIO JOSÉ	INVESTIGADOR FORMADO	20	01/01/2016	31/12/2019
PEREYRA, MAIRA ESTEFANIA	BECARIO POSGRADO – DOCTORAL EN EL PAÍS	20	01/01/2016	31/12/2019
TOLOZA, JULIO HUGO	DIRECTOR	10	01/01/2016	31/04/2017
MARTINEZ, FERNANDO	BECARIO ALUMNO UTN-SCYT	12	01/01/2018	31/12/2019
CANO SCHIRADO, FRANCISCO	BECARIO ALUMNO UTN-SCYT	12	01/01/2018	31/12/2019
GILLETA, JULIAN	BECARIO ALUMNO UTN-SAE	6	01/01/2018	31/12/2019



## JUSTIFICACIÓN DE LA SOLICITUD DE PRÓRROGA

En el aspecto administrativo, el director inicial del proyecto, Dr. Julio H. Toloza tuvo que renunciar por motivos personales en los primeros meses del segundo año de proyecto. El Dr. Destéfanis, hasta entonces Co-Director, tomó la dirección del proyecto, sin que esta situación afectara el avance del mismo.

En lo que respecta al aspecto académico, uno de los objetivos principales en la etapa de formulación del proyecto consistía en elaborar algoritmos de fusión sensorial para la estimación de pose (posición y orientación) aplicados a vehículos aéreos no tripulados (VANT). Para esto se debían formular los modelos matemáticos necesarios, y realizar implementaciones algorítmicas adecuadas para poder funcionar en el sistema de cómputos de abordaje del vehículo. La estimación de pose debía realizarse a partir de mediciones de diferentes sensores, particularmente cámaras monoculares y unidades inerciales compuestas por acelerómetro y giróscopo. Se consideraba también como objetivo, en las etapas posteriores del proyecto, extender los modelos utilizados para incluir en el filtro de estimación mediciones obtenidas de sistemas de posicionamiento global (GPS). La estimación de pose final debía ser lo suficientemente precisa para poder actuar como información de realimentación de los algoritmos de control del vehículo para el vuelo autónomo. En este sentido, en Perez Paina et al., (2016) se presenta un esquema de fusión sensorial que utiliza una cámara monocular y sensores inerciales (acelerómetro y giróscopo), en conjunto con un altímetro para determinar el factor de escala de la información visual. Las mediciones de cambio de posición y orientación obtenidas a partir de la cámara se calculan empleando lo que se conocen como características espectrales, las cuales han sido presentadas por los mismos autores en trabajos previos.

En Araguás et al., (2017) se describe en mayor detalle la estimación de posición y orientación a partir de las características espectrales utilizando la homografía inducida por un plano. Además, se presenta una evaluación experimental de la estimación de pose utilizando dichas características.

En Paz et al., (2016) se presenta un esquema de fusión sensorial donde se asiste a la unidad inercial con un sensor de rango. En el trabajo se presenta un filtro de Kalman que acopla la orientación del vehículo con la medición de la distancia al suelo medida por un sensor de rango para determinar la altura. Se demuestra que utilizando el filtro acoplado se atenúa el ruido del sensor al mismo tiempo que se disminuye el error en la estimación de la altura. Se muestran resultados obtenidos en simulaciones y con data-sets públicos.

Por otro lado, en lo que respecta a la integración de los algoritmos de fusión sensorial y de control, se comenzó primeramente trabajando con los modelos dinámicos de los VANT, particularmente los multirrotores. En Pucheta et al. (2016) se presenta el modelo dinámico de un vehículo tipo cuatrirrotor, y un conjunto de controladores proporcional-derivativo (PD) para el control del mismo. Los resultados se obtienen a partir de simulación del conjunto planta y controlador.

Como continuación de este trabajo, en Perez-Paina et al. (2017a) se presenta un primer esquema de integración entre la estimación y el control. En este trabajo, se utiliza el modelo dinámico antes mencionado para obtener a partir de los mismos las mediciones que se obtendrían de sensores inerciales a bordo de los vehículos, las cuales son afectadas por ruido aditivo y utilizados luego en el filtro de fusión sensorial para la estimación de pose. Los resultados de simulación presentados muestran el desempeño de un vuelo autónomo de un cuatrirrotor en trayectorias simples, obteniendo la realimentación del lazo de control a partir de la fusión sensorial.

Por último, en Perez-Paina et al. (2017b) se presenta una evaluación experimental del esquema de estimación de pose mediante fusión sensorial, para lo cual se utilizó un robot industrial en lugar de realizar vuelos con vehículos aéreos no tripulados salvando el riesgo de daños.

En base a los trabajos realizados y de los objetivos iniciales del proyecto, quedan pendientes las siguientes actividades:

- 1) incorporar mediciones de posicionamiento global al estimador de pose;
- 2) estudio y propuesta de soluciones al problema de calibración de múltiples sensores, y
- 3) evaluación experimental en VANT real, incluyendo la estimación y control.

Claudio J. Paz, Gonzalo Perez Paina, and Martín A. Pucheta. Acoplamiento en la estimación de la orientación y la altura mediante filtro extendido de kalman. In Sebastián Giusti and Martín Pucheta y Mario Storti, editors, XXII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF, volumen XXXIV, pages 3419–3442, nov. 2016

Martín A. Pucheta, Nicolás Alberto, Claudio Paz, and Gonzalo Perez Paina. Trajectory planning for an unmanned quadrotor. In Sebastián Giusti and Martín Pucheta y Mario Storti, editors, XXII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF, volume XXXIV, pages 2809–2824, nov. 2016

Gastón Araguás, Claudio Paz, Gonzalo Perez Paina, and Luis Canali. Monocular Pose Estimation for an Unmanned Aerial Vehicle Using Spectral Features, pages 33–51. Springer International Publishing, Cham, 2017. ISBN 978-3-319-44735-3. doi: 10.1007/978-3-319-44735-3\_2.

URL [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-44735-3\\_2](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-44735-3_2)

Gonzalo Perez Paina, Claudio Paz, Miroslav Kulich, Martin Saska, and Gastón Araguás. Fusion of Monocular Visual-Inertial Measurements for Three Dimensional Pose Estimation, volume 9991 of Lecture Notes in Computer Science, chapter 20, pages 242–260. Springer International Publishing, 2016. doi: 10.1007/978-3-319-47605-6\_20.

URL [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-47605-6\\_20](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-47605-6_20)



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado**  
**SOLICITUD PRÓRROGA DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

Gonzalo Perez-Paina, Martín Pucheta, and Claudio Paz. IMU- and exteroceptive sensor- based fusion for UAV control. In Proceedings of the XVI Workshow on Information Processing and Control (RPIC), page (in evaluation), 2017a

Gonzalo Perez-Paina, Claudio Paz, Martín Pucheta, Bruno Bianchini, Fernando Martínez, and Martín Nievas. Validation of an imu-camera fusion algorithm using an industrial robot. In Proceedings of the IX Jornadas Argentinas de Robótica (JAR), 2017b

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

Año	Actividad	Inicio	Duración	Fin
2019	Incorporar mediciones de GPS al algoritmo de estimación de pose	01/01/2019	6 meses	31/06/2019
2019	Evaluación de sistemas de calibración para múltiples sensores	01/01/2019	12 meses	31/12/2019
2019	Evaluación experimental en VANT real, incluyendo la estimación de pose y control de actitud	01/07/2019	6 meses	31/12/2019
2019	Documentación y publicación de resultados	01/01/2019	12 meses	31/12/2019

Firma del Director	Aclaración	Fecha

**AVALES**

Aval Científico Tecnológico (En caso de corresponder)			
Fecha	Firma	Aclaración	Categoría

Aval del Secretario de Ciencia y Tecnología de la Facultad Regional		
Fecha	Firma	Aclaración