

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2016

MEMORIA DEL PROYECTO Nº SV-16-GIJÓN-1-07

1. DATOS DEL PROYECTO

Título: ALIVE: Desarrollo de instrumentación de bajo coste para la monitorización de vehículos y conductores. Aplicación a la conducción de motocicletas y ciclomotores

Investigador/a/es responsable/es: Álvaro Noriega González

Tfno: 985 18 24 69

E-mail: noriegaalvaro@uniovi.es

Otros investigadores:

Daniel Álvarez Mantaras

Pablo Luque Rodríguez

Juan Carlos Álvarez Álvarez

Empresas o instituciones colaboradoras:

La Asociación Española de Investigadores de Accidentes de Tráfico (AEIAT)

La Escuela de Pilotos Herrero School

2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

2.1 Resumen ejecutivo

El desarrollo de las tecnologías MEMS (MicroElectroMechanical Systems) y el lanzamiento masivo al mercado de distintos dispositivos con costes de adquisición bajos, como los drones de pequeño tamaño, ha generado un desplome del precio de las Unidades de Medición Inercial (IMUs) de los mismos. Esta bajada de su precio posibilita su adquisición con vistas al desarrollo de unidades de bajo coste para la medición del movimiento del cuerpo humano. Pero, el mayor problema que presentan estas IMUs es la precisión de su medida debido, entre otros, al proceso de calibración de las mismas. Esta diferencia es significativa frente a IMUs de alta precisión pero con precios varios ordenes de magnitud mayores que hacen su adquisición y uso intensivo inviables salvo en aplicaciones donde el coste no sea el problema principal. La disponibilidad de este tipo de unidades de medición a un coste bajo posibilitaría su utilización en múltiples campos donde la biometría puede ser de gran interés (deporte, seguros, medicina,...) pero donde el elevado precio de los equipos actualmente en el mercado hacen inviable su utilización práctica.

En este proyecto se pretendía desarrollar un sistema de sistema de medición de movimiento de bajo coste para el conjunto moto+piloto con la suficiente precisión como para poder valorar habilidades de conducción, caracterizar estilos de pilotaje y proporcionar la base para el diseño de equipos de medición de movimiento sin contacto para los otros usos antes comentados.

Un sistema como el planteado permitiría la valoración objetiva de las habilidades de conducción de las personas pudiendo ser de gran utilidad en la reformulación de las pruebas prácticas para obtener o renovar los diferentes permisos de conducción de ciclomotores y

motos por parte de la Dirección General de Tráfico. Una utilidad directamente derivada de esta sería la monitorización de los patrones de movimiento observados en los pilotos en formación para la competición, su evolución en el tiempo y su consistencia ante las repeticiones para su posterior análisis y mejora de su rendimiento, de gran interés para las escuelas de pilotos. Una muestra de que la idea propuesta tiene interés es que en Junio de 2016 se ha hecho público que INTEL® ha estado desarrollando un dispositivo similar al planteado en este proyecto para su uso en competiciones de Motocross Freestyle (FMX) y cuyos objetivos son la información en tiempo real al público, las mejoras en los movimientos de los pilotos y la investigación de los accidentes que sufren.

Como resultado del presente proyecto ya se dispone de un prototipo de sistema de medición inalámbrico con dos unidades (para moto y torso del piloto) que está fabricado con componentes electrónicos de bajo coste y piezas de impresión 3D en ABS. El prototipo es funcional y los nodos disponibles de la red de sensores desarrollada se comunican via radio para su sincronización e intercambio de datos. Se han probado varios algoritmos de fusión de sensores que actúan sobre los datos en bruto que se obtienen directamente de los sensores y se ha determinado que el algoritmo libre de Madgwick es más adecuado para esta aplicación que el algoritmo que trae implementada la IMU comercial. También se ha desarrollado una interfaz gráfica en MATLAB para la visualización de datos medidos y calculados. Finalmente, se ha desarrollado un procedimiento de calibración de la IMU de cada unidad dado que la IMU elegida carece de memoria interna y habría que recalibrarla cada vez que se inicia el sistema.

La investigación desarrollada ha permitido desarrollar una base de diseño para este tipo de dispositivos de bajo coste, la cual permite abordar, con ciertas garantías, su futura miniaturización y mejora de su fiabilidad así como el desarrollo de protocolos de caracterización y valoración de habilidades de conducción y estilos de pilotaje.

2.2 Objetivos iniciales del proyecto y grado de consecución

El objetivo inicial de este proyecto era el desarrollo de un sistema de medición de los movimientos de moto y piloto que fuera barato, fiable y que tuviera una precisión razonable para usos como la caracterización objetiva de estilos de conducción y pilotaje de motos u otros usos biométricos.

Actualmente, ya se dispone de un prototipo de sistema de medición para moto y torso del piloto fabricado con componentes electrónicos de bajo coste y piezas de impresión 3D en ABS. El prototipo es funcional y los nodos disponibles de la red de sensores desarrollada se comunican via radio para su sincronización. También se ha desarrollado un tratamiento de los datos medidos en MATLAB que permite distintas comparaciones (datos en crudo, datos obtenidos de la fusión de sensores del fabricante, datos obtenidos de la fusión de sensores mediante algoritmos libres,...). Finalmente, se ha desarrollado un procedimiento de calibración de la IMU.

2.3 Tareas realizadas

Las tareas 1 a 4 y parte de la 5 y la tarea 7 se desarrollaron mediante un trabajo fin de máster del Máster Universitario de Ingeniería Mecatrónica titulado “Monitorización mediante IMUs de bajo coste del movimiento de un conjunto moto-piloto” entre los meses de Marzo y Julio de 2016.

El resto de la tarea 5, la tarea 6 y la 8 han sido desarrolladas directamente por el beneficiario de la ayuda del IUTA entre los meses de Septiembre y Diciembre de 2016.

2.4 Resultados obtenidos

Se dispone de 2 unidades prototipo que pueden conformar una red básica inalámbrica de sensores para medir movimiento. Las unidades no están miniaturizadas porque están pensadas para poder trabajar y probar componentes de manera sencilla y con fácil accesibilidad. En las Figuras 1 y 2 se pueden ver dichas unidades con los componentes que llevan dentro (Arduino, IMU, batería, módulo radio, PCB, botonera, leds,...).



Figura 1. Unidad maestra para controlar la red de sensores (situada en la moto)

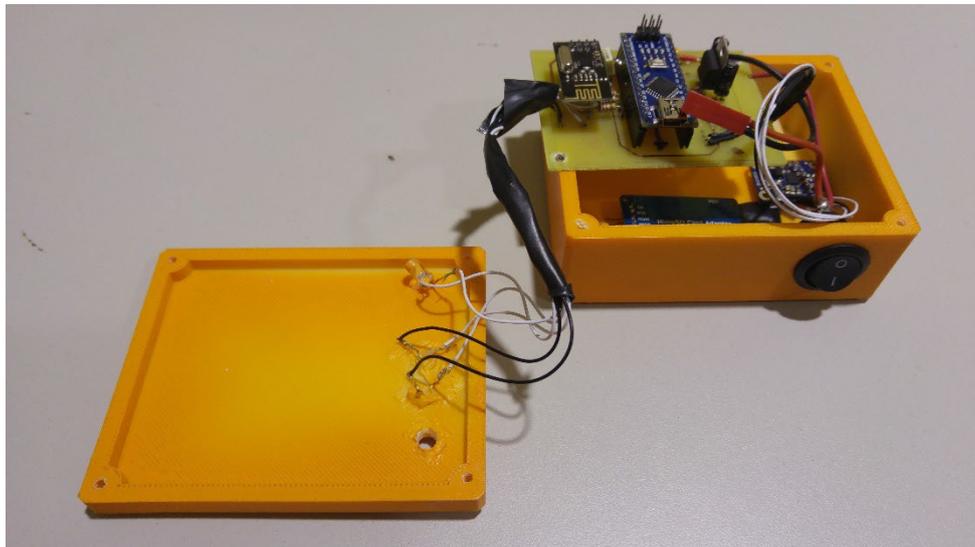


Figura 2. Unidad esclavo controlada por la unidad maestra (situada en el torso del piloto)

Se ha desarrollado e implementado en cada unidad un procedimiento de calibración de las IMUs disponibles (no tienen memoria propia) que implica guardar la calibración en la memoria del Arduino (externa).

También se ha desarrollado un procedimiento de sincronización de las mediciones en las distintas unidades por medio de una señal de radio y un desfase aplicado sobre las señales medidas.

Finalmente, se dispone de un entorno gráfico programado en MATLAB que permite monitorizar los datos medidos y comparar distintos algoritmos de fusión de sensores para ver

cual genera mejores resultados. En la Figura 3 se muestra una captura de pantalla de dicho entorno gráfico.

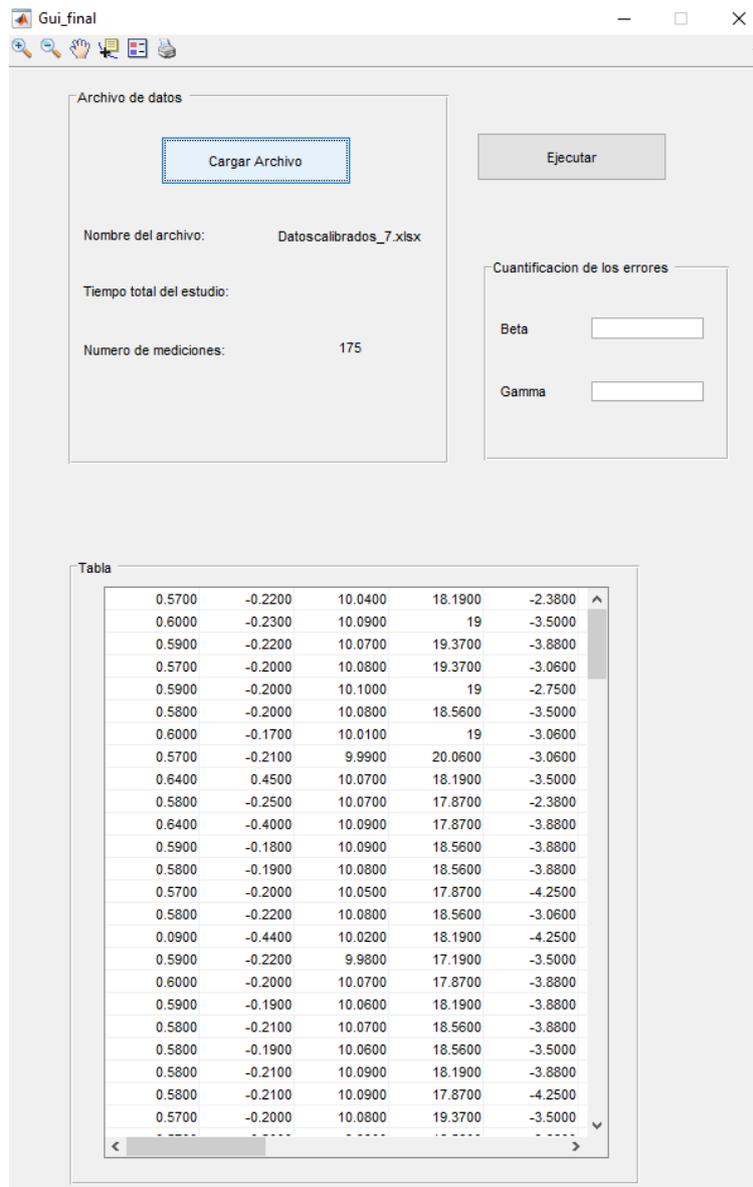


Figura 3. Entorno gráfico para monitorización de datos medidos por las IMUs

Las comparaciones preliminares sobre pruebas sencillas realizadas en laboratorio muestran que el algoritmo de Madgwick (algoritmo externo y libre) da mejor resultado que el algoritmo de fusión de sensores propia de la IMU comercial utilizada.

2.5 Trabajos o necesidades futuras

Durante el mes de diciembre de 2016 se está realizando la comparación de la medición de las unidades desarrolladas con una IMU comercial marca Xsens de coste 10 veces superior así como de los distintos algoritmos de fusión de sensores.

Durante el mes de Enero de 2016 se embarcará la red de sensores sobre un conjunto moto+piloto y se estudiarán las posibles fuentes de distorsión de la medida (ruidos electromagnéticos, vibraciones, holguras,...) así como la precisión de la medida durante una conducción normal y deportiva.

En base a la experiencia obtenida, se han identificado los siguientes aspectos claves a considerar en desarrollos futuros:

El uso de componentes con características muy determinadas (disponibilidad de memoria, uso de comunicaciones inalámbricas para sincronización y transmisión de datos,...) simplifica el diseño y el coste de las unidades.

La reprogramación de las IMUs comerciales con algoritmos libres de fusión de sensores más eficientes para aumentar la frecuencia de muestreo.

El desarrollo de procedimientos de calibración que aseguren mejor precisión en la IMU (por ejemplo, basados en robots o en sistemas de visión artificial).

2.6 Divulgación de los resultados (publicaciones, artículos, ponencias...)

Los distintos estudiantes que han colaborado en el desarrollo de este proyecto estaban integrados también en el equipo Motostudent de la Universidad de Oviedo (Wolfast Uniovi). Con el fin de hacer visible su trabajo en este proyecto, las unidades de medición, junto con un poster resumen de su función y un cartel del IUTA, se expusieron en el stand del equipo Wolfast Uniovi durante la competición internacional Motostudent desarrollada entre los días 5 y 9 de Octubre en Motorland Aragón (ver Figura 4).



Figura 4. Stand del equipo Wolfast Uniovi. El sistema de monitorización está en la mesa detrás de la moto, junto a las innovaciones desarrolladas por el equipo

En este evento participaron más de 50 universidades de todo el mundo. Los jurados de esta competición fueron representantes del sector de la industria de la moto en España, decanos de los colegios profesionales de ingenieros y miembros de distintas federaciones de motociclismo (ver Figura 5).

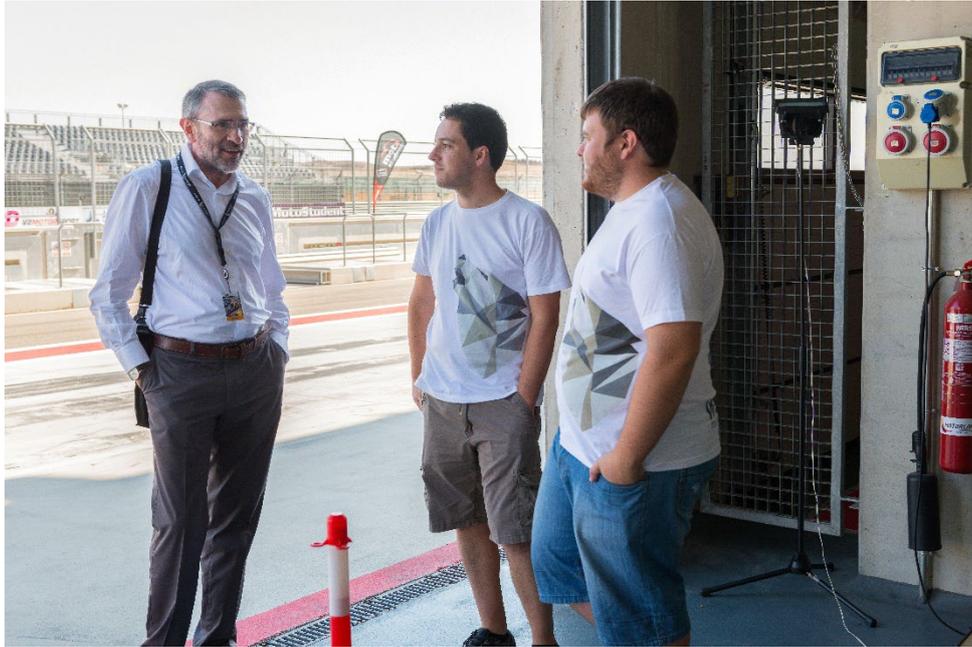


Figura 5. El decano del COIIAS y miembro del jurado visitando el box del equipo Wolfast Uniovi donde estaba expuesto el sistema de monitorización

A medio plazo (1,5-2 años), se prevé, la difusión de los resultados de este proyecto a través de los artículos siguientes:

- Un artículo sobre la obtención de métricos objetivos para la valoración de las habilidades de conducción de una moto. Las revistas objetivo para este artículo son International Journal of Vehicle Safety y Journal of Safety Research o congreso internacional del sector.
- Un artículo sobre la valoración de la madurez y la consistencia de la conducción de un piloto en formación mediante las unidades de medición sin contacto desarrolladas. La revista objetivo es Sports Engineering.

3. MEMORIA ECONÓMICA

Financiación		Personal	Inventariable	Fungible	Otros gastos
IUTA	SV-16-GIJÓN-1.	4200 €			
Otras fuentes	Proyecto FUO PR-004-15		300 €	330 €	
Estudiante con ayuda a la investigación	Nombre	Daniel Díaz-Caneja Iglesias			
	Tareas	5, 6, 8 y 9			
	Período	Septiembre 2016 a Enero 2017			

4. OTROS PROYECTOS Y CONTRATOS CON FINANCIACIÓN EXTERNA

Título del proyecto/contrato	MOTOSTUDENT 2015
Referencia	PR-004-15
Investigador/a/es principal/es	Álvaro Noriega González
Equipo investigador	Álvaro Noriega González
Periodo de vigencia	01-04-2015 a 31-10-2016
Entidad financiadora	AST Ingeniería, COGITIPA, COIIAS, CITIPA, Asthor Agrícola, IMPEXA, CETS, Axalta
Cantidad subvencionada	12200 €