

Vehículo solar autónomo para el desarrollo de algoritmos de generación de trayectorias optimizados energéticamente

Inocencio González Reolid, Antonio Guerrero González

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática. Universidad Politécnica de Cartagena
Campus Muralla del Mar. Edificio Antiguo Hospital de Marina. C/ Dr. Fleming S/N. 30202

E-mail: inocenciogr@hotmail.com

Resumen. Este trabajo consiste en la descripción del Vehículo Autónomo Solar de la Universidad Politécnica de Cartagena SAV-UPCT (CHAMAN-UPCT) para la navegación como vehículo autónomo, utilizando como fuente de energética la energía solar captada a través de módulos fotovoltaicos. Lleva un computador embebido, para el control de la navegación, junto con la gestión de la energía, completando un equipo destinado a exploraciones o misiones de larga duración, sin la presencia humana, capaz de reaccionar por sí mismo, ante eventualidades como detección de obstáculos, poca radiación solar, etc. También permite capturar información mediante sensores y enviar datos en tiempo real a un centro de control.

1. Introducción

En la Fig. 1 podemos ver las tres componentes del campo magnético terrestre, necesarias para una navegación completa, algunos animales son sensibles a estas tres componentes, pero el ser humano, todavía no es capaz de construir aparatos capaces de detectar la inclinación e intensidad del campo magnético, con suficiente sensibilidad para que sea útil para la navegación autónoma.

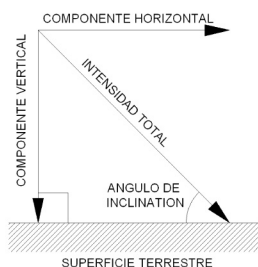


Fig. 1. Inclinación e intensidad del campo magnético terrestre

La navegación autónoma y el aporte energético son los principales problemas que se debe resolver para un robot destinado a misiones de larga duración, en entornos hostiles y alejados de la presencia humana.

El SAV es controlado mediante una CPU empotrada, que mediante un algoritmo de gestión de energía, es capaz, de forma autónoma, de navegar por el entorno, evitando los obstáculos y alcanzando la meta, realizando una supervisión de la energía solar recibida, de la energía almacenada en las baterías y de la energía consumida.

El algoritmo de control va gestionando el consumo moderado de energía del SAV, variando su velocidad, su dirección y sentido, para que, en ningún momento se quede sin energía, completando su objetivo o misión.

Algunos vehículos, plataformas robóticas y proyectos que utilizan energía solar son:

The Cool Robot es un vehículo autónomo destinado a navegar en ambientes helados, como la Antártida y Groenlandia, para apoyo a investigaciones científicas [1]-[2].

La Microtransat Challenge es una competición trasatlántica de embarcaciones marinas totalmente autónomas [3].

El SAUV II [4] es un vehículo submarino autónomo propulsado mediante energía solar capaz de operar a profundidades de hasta 500 m.

En este trabajo, nosotros proponemos un robot móvil autónomo solar (SAV-UPCT), la autonomía del vehículo es evaluada en diversos escenarios.

El SAV-UPCT lleva un sistema de gestión energético para realizar misiones de largo recorrido o duración, con la auto-ayuda del almacenamiento en baterías de la energía proporcionada por los módulos fotovoltaicos, permitiendo proporcionar energía en los momentos de baja radiación solar.

2. Descripción del vehículo experimental

2.1. Descripción del SAV-UPCT

En la Fig. 2, se aprecia una foto del robot experimental autónomo SAV, se puede ver los dos módulos solares fotovoltaicos de 30Wp.

Lleva baterías de gel, regulador de carga de baterías Flexmax [5] y protecciones.

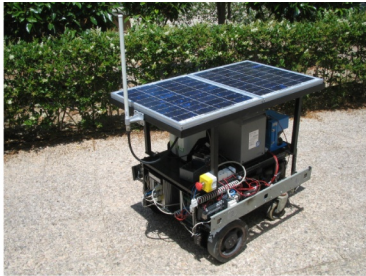


Fig. 2. Vehículo Autónomo Solar, SAV-UPCT

Cuenta con cuatro baterías o acumuladores utilizados para almacenar la energía de los módulos fotovoltaicos para proporcionar energía en los momentos de baja radiación.

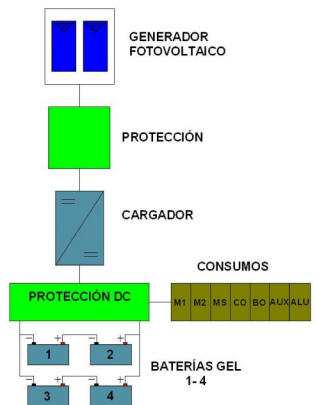


Fig. 3. Esquema instalación energética

En la Fig. 3, se aprecia el esquema del sistema energético.

En la Fig. 4, aparece el esquema del sistema de control embebido, compuesto por una unidad central de procesamiento de datos CPU.

A esta CPU van conectados los sensores necesarios para la navegación como el s3onar, inclin3ometro, de radiaci3on [6], de giro, el laser, comp3as y receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global) [7], etc.

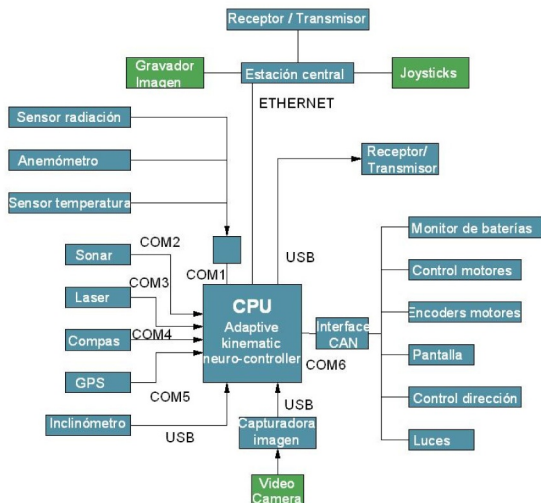


Fig. 4. Interconexiones de elementos del hardware del sistema de control del SAV-UPCT

Como salidas de actuaci3on se conectan los controladores de los motores de tracci3on, control del sistema energ3tico, pantalla de visualizaci3on de datos, luces de alumbrado y se3alizacion, emisor/receptor de datos para control desde una central, emisor de se3ales de video, etc.

2.2. Sistema de Control Energ3tico del Veh3culo Aut3nomo

El sistema de computador empotrado utilizado es el modelo ARK-5280, del fabricante ADVANTECH, la CPU lleva conexiones de CAN bus (Controller Area Network), RS232, USB, etc., las conexiones COM van por detr3s, a la izquierda est3 el sistema de control y etapas de potencia de los motores que impulsan al SAV, abajo se encuentra el tren de tracci3on con los motores y encoders unidos a los ejes de los motores.

3. Resultados experimentales

3.1. Generando trayectorias

Se escogieron dos entornos: uno interior y otro exterior. En el entorno interior localizado en el Laboratorio de Veh3culos Submarinos de la UPCT, se traza la trayectoria a seguir por el SAV y se colocan unos obst3culos que el SAV tendr3 que evitar.

La Fig. 5 muestra la trayectoria trazada por SAV para el alcance de un objetivo con obst3culos.

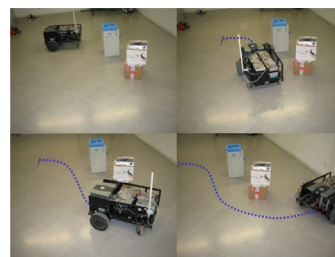


Fig. 5. Prueba del SAV, evitando obst3culos en interiores. Control adaptativo de la red SODMN

En la Fig. 6 muestra la trayectoria generada por el SAV en un entorno al aire libre, donde su objetivo es seguir un recorrido quasi-senoidal aplicando el sistema de gesti3on de la energ3a y la geo-referencia (GPS).

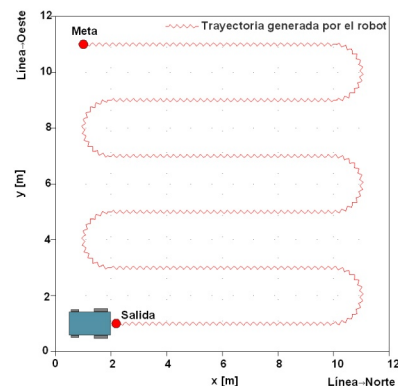


Fig. 6. Simulaci3on de la trayectoria del robot SAV, en exteriores

3.2. Evitando obstáculos

Se ha trazado la ruta a seguir y se ha colocado un obstáculo móvil.

Tal como se muestra en la Fig. 7, el SAV detecta al vehículo que se cruza y procede a realizar una maniobra para evitar la colisión.

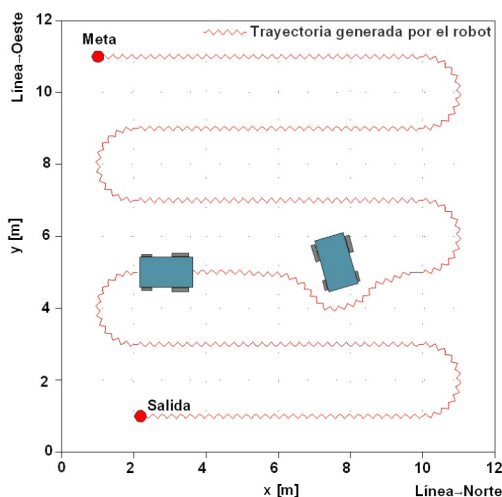


Fig. 7. Trayectoria seguida por el SAV en presencia de un vehículo móvil

En la Fig. 8, se ha simulado la trayectoria y una ruta para el SAV, se han colocado dos objetos móviles, durante la simulación el SAV procedía a evitar los vehículos.

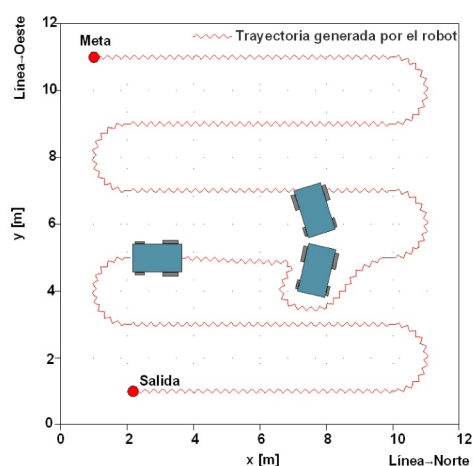


Fig. 8. Trayectoria seguida por el SAV en presencia de varios vehículos móviles

4. Conclusiones

Los puntos más importantes del trabajo son: El sistema CPU propuesto permite el control de navegación y gestión energética simultánea del SAV-UPCT, permitiendo llevar a cabo una misión, sin el problema del abastecimiento energético.

El aporte de energía procedente de energías renovables, hace al SAV-UPCT más versátil, permitiendo ser más ecológico y sostenible.

Cuando se realiza una exploración científica para obtener información de unos sensores, como salinidad del mar, viento, temperatura, partículas suspendidas en el aire, gases, etc., o imágenes del entorno, este SAV-UPCT, permite que dichas medidas no sean alteradas por contaminación del propio SAV-UPCT, al utilizar energía limpia como la solar.

El SAV-UPCT es capaz de seguir una ruta sin ayuda humana, al tiempo que toma muestras o recoge datos que sirven para investigaciones científicas, sistemas de guiado autónomo, etc.

Este robot permite realizar exploraciones en entornos naturales sin alterar el espacio que le rodea, al no producir apenas ruido, ni emitir elementos contaminantes.

Al no necesitar aparte exterior de energía, permite realizar exploraciones de larga duración.

Referencias

- [1] McEwen, R., Thomas, H., Weber, D. & Psota, F. (2001) Performance of an AUV Navigation System at Arctic Latitudes. Monterrey Bay Aquarium Research Institute, Kearfott Guidance and Navigation Corporation.
- [2] Ray, L.E., Lever, J.H. & Streeter, A.D. Performance of a Solar-Powered Robot for Polar Instrument Networks. Thayer School of Engineering, Dartmouth College Hanover, Cold Regions Research and Engineering Laboratory U.S. Army ERDC, Hanover.
- [3] <http://www.microtransat.org/index.php?lang=en>
- [4] Solar Powered Autonomous Underwater Vehicle, FSI SAUV II. Falmouth Scientific, Inc. 1400 Route 28ª, pobox 315, Cataumet, MA 02534-0315, septiembre 2004, 2008 y 2009.
- [5] <http://www.outbackpower.com/>
- [6] Andújar Márquez, J.M. (2009) Aportaciones a la instrumentación electrónica en la optimización de sistemas basados en energía solar. Tesis doctoral. Universidad de Huelva.
- [7] Rey, J.R. El sistema de posicionamiento global-GPS. University of Florida. IFAS Extensión.