

SUBSISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DEL SISTEMA GEOVAN

Albert Serra Pagès
Ingeniero en Telecomunicación
Unidad de Geodesia
Institut Cartogràfic de Catalunya
Parc de Montjuïc
E-08038-Barcelona

Palabres clave: LB-MMS , Sincronismo, CCD

Resumen

El proyecto Geovan desarrollado por el Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) consiste en un sistema de recogida y georeferenciación de información primaria desde un vehículo. Concretamente, se compone de una plataforma móvil terrestre que soporta los sistemas necesarios para la captura de pares de imágenes estereoscópicas digitales que permitan la determinación posterior de coordenadas de los diferentes elementos presentes en los viales.

En este artículo se presenta las tareas del subsistema de adquisición de datos que consisten en controlar el procedimiento de captura y sincronización de imágenes y en establecer una verificación de todo el proceso integrado en un programa ejecutado en el PC de Control. El modo de adquisición es configurable de forma periódica en tiempo o en espacio y los pares de imágenes se guardan a disco una vez se ha asociado el tiempo GPS del instante de captura con cada par.

1. Introducción

El primer sistema LB-MMS (Land-Based Mobile Mapping System) operativo fue el GPSVan creado por el Center for Mapping (CFM) de la Ohio State University en 1990 [2,4]. Un sistema LB-MMS mejora la eficiencia de los datos de interés para cartografía y SIG (Sistemas de Información Geográfica). Está formado por una plataforma móvil terrestre, sensores de navegación y sensores de adquisición de datos. La plataforma móvil se trata de un vehículo que pueda acceder a la zona de interés. El sistema de navegación está compuesto por uno o varios receptores GPS, un sistema inercial INS (Inertial Navigation System) y un odómetro. El objetivo de los sistemas LB-MMS es la adquisición de información cartográfica mediante sensores para la posterior georeferenciación de todos los elementos de interés. Estos sensores pueden ser cámaras CCD monocromo o de color, o cámaras de vídeo, o láser scanners, etc.

El Institut Cartogràfic de Catalunya ha desarrollado el proyecto Geovan con el objetivo de crear su propio sistema LB-MMS para la adquisición de datos desde una furgoneta [6] (ver figura 1). El sistema Geovan integra los equipos de orientación y posicionamiento, algoritmos y sensores capaces de determinar coordenadas de puntos exteriores a la plataforma de integración mediante técnicas de orientación directa. En esta primera fase del proyecto, los sensores de adquisición de datos cartográficos son dos cámaras digitales. A continuación se realiza la descomposición en subsistemas del sistema Geovan y análisis detallado del subsistema de adquisición de datos con sus algoritmos y software de control.



Figura 1: Geovan.

2. Sistema Geovan

Según la tarea a realizar, el sistema Geovan se divide en los siguientes subsistemas:

- El *Subsistema Energía y Control Ambiental* garantiza la provisión de energía eléctrica y estabiliza el entorno de trabajo de los distintos sensores.
- El *Subsistema Plataforma Integración* se compone de una estructura de soporte ubicada en la parte superior del vehículo que proporciona un espacio para la integración de múltiples sensores con el propósito de crear una base física suficientemente rígida para la transferencia de los marcos de referencia geométricos.
- El *Subsistema de Orientación* es el responsable de dotar al sistema el marco de referencia absoluto temporal y geográfico. Está compuesto por un IMU (Inertial Measurement Unit), dos conjuntos antena-receptor GPS, uno de doble frecuencia y otro monofrecuencia que es utilizado para mejorar la determinación del ángulo heading.
- El *Subsistema Sensor Imagen* está compuesto por dos cámaras CCD con una resolución de 1024x1024 píxeles y sus respectivas ópticas. Las dos cámaras están ubicadas en el extremo derecho e izquierdo de la parte frontal de la estructura de soporte y permiten formar un modelo estereoscópico de la zona de interés definida por una distancia de 10 metros del vehículo en dirección frontal y un ancho de 10 metros (ver figura 2).

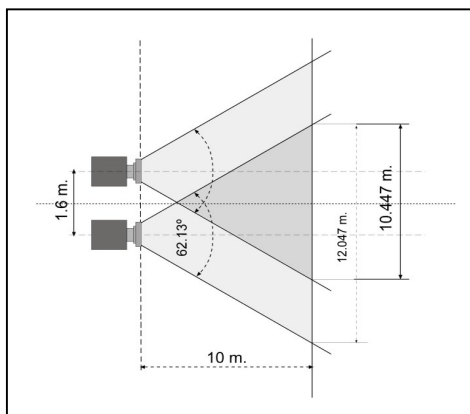


Figura 2: Diagrama de captura del estereopar.

2.1. Subsistema de Adquisición de Datos

El Subsistema de Adquisición de Datos es el responsable de la adquisición y almacenamiento de los datos capturados por los múltiples sensores instalados en el sistema debidamente sincronizados con un marco de referencia temporal absoluto. En esta primera fase del proyecto los sensores de datos son dos cámaras digitales; por lo que se ha dividido el subsistema de adquisición de datos en dos partes:

- *Subsistema de Adquisición Imagen*: Responsable de la sincronización y control de la exposición, adquisición y almacenamiento de la imagen.
- *Subsistema de Sincronización*: Responsable de creación de un marco temporal coherente transferible a todos los sensores.

En el artículo referente al Sistema Geovan del Institut Cartogràfic de Catalunya [6] se describen los distintos subsistemas que lo componen y se presenta una descripción general del proyecto. En el este artículo, se analizará en detalle la parte correspondiente al subsistema de adquisición de datos que está compuesta por el proceso de adquisición

y sincronización de los datos capturados por los sensores, su almacenamiento en disco y el software que realiza y controla estos procedimientos.

En la figura 3 se observa un esquema general de la arquitectura hardware del sistema Geovan. Los componentes que intervienen en el subsistema de adquisición imagen son los dos Frame Grabbers, uno por cada cámara, el Counter/Timer y los dos discos de almacenamiento; y en el de sincronización la tarjeta de tiempo (TimeBoard). El PC de Control gestiona los recursos del sistema y es donde se ejecuta el software de adquisición y control.

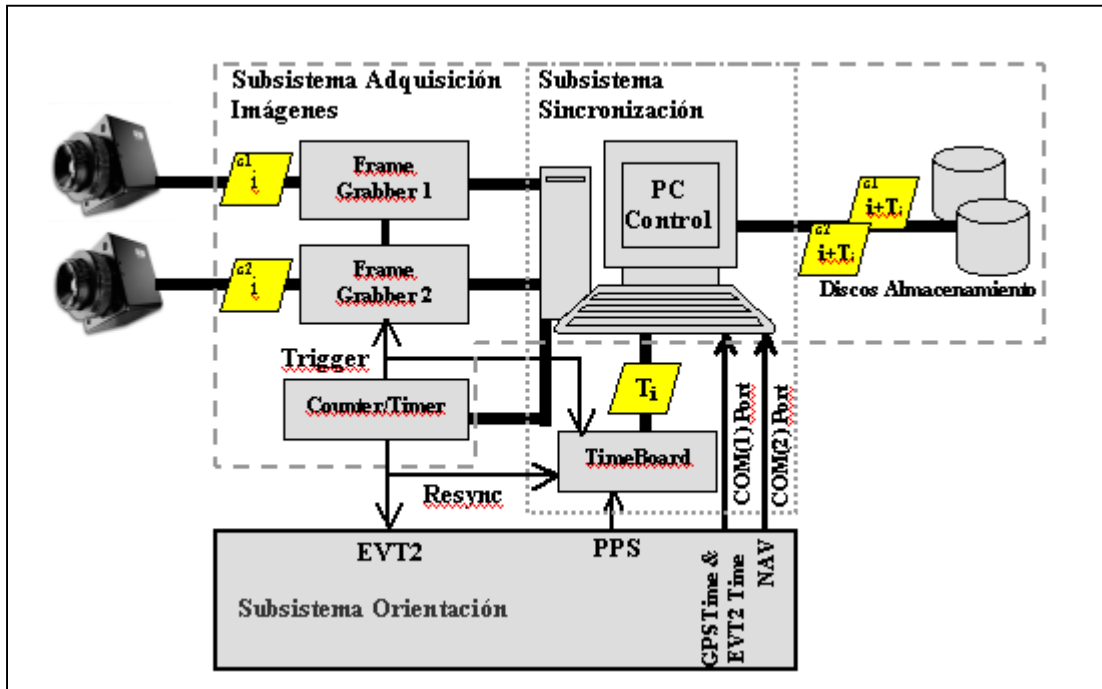


Figura 3: Configuración hardware del Sistema Geovan.

3. Subsistema adquisición imagen

El subsistema de adquisición imagen tiene la función de capturar pares de imágenes digitales para poder formar un modelo estereoscópico del escenario visto por las cámaras en el instante de disparo. Para poder cumplir este objetivo es necesario que las cámaras estén sincronizadas entre ellas y que el subsistema genere la señal de disparo (trigger) con cierta frecuencia o bien temporal o bien espacial (ver figura 3).

Si la frecuencia de adquisición se configura espacialmente, la señal de trigger se forma a partir de un período de distancia recorrida o de ángulo de giro obtenidos a partir de la velocidad y del heading del vehículo en cada instante. Habitualmente se configurará el periodo espacial en 10 metros recorridos por el vehículo o un giro superior a 60 grados que se corresponde aproximadamente al ángulo de apertura de la óptica (ver figura 2).

El frame grabber es una tarjeta controladora de cámaras digitales que hace de interfaz entre estas y el software de adquisición de imágenes. El counter/timer es un dispositivo que permite la generación de señales de onda cuadrada que sirve para generar la señal de trigger que dispara la cámara y la señal de resincronismo.

Considerándose una sesión de trabajo del sistema Geovan de siete horas, el tamaño de la imagen de 1Mbyte, el vehículo circulando a una velocidad media de 72 Km/h y una frecuencia de adquisición de una imagen cada 10 metros recorridos; esto equivale a una capacidad de almacenamiento mínima de 101 Gbytes por sesión. En instantes de giros del vehículo se hace necesario aumentar la frecuencia de adquisición de imágenes respecto a la media circulando en línea recta; por tanto, para que el sistema pueda absorber estos picos de adquisición, la capacidad de almacenamiento total se sobredimensiona con dos discos de 73.4 Gbytes extraíbles.

Las funcionalidades del subsistema de adquisición imagen están incluidas en la aplicación software de control y adquisición de datos del sistema Geovan que integra la configuración de los equipos, el control de la adquisición, el proceso de sincronización de la imágenes capturadas con el tiempo GPS y la visualización del estado del sistema.

3.1. Algoritmo de adaptación del tiempo de exposición de las cámaras a la luminancia exterior

Simplemente por el hecho de realizarse la adquisición de imágenes en el exterior, la luminancia de la escena depende de la condiciones atmosféricas ya que no es la misma si el día está nublado o soleado o si el sol está de cara a las cámaras o detrás. Según cuál sea la luminancia, se puede fijar un tiempo de exposición de cámara para evitar un exceso o falta de luz en las CCD. Considerando ahora que dichas condiciones son dinámicas a lo largo de una sesión de trabajo, es necesario un proceso, también dinámico, que adecue el tiempo de exposición según la luminancia exterior en cada instante.

Se ha diseñado un algoritmo de adaptación del tiempo de exposición a la luminancia exterior para obtener una buena distribución del histograma de la imagen en la región de interés (ROI) (ver figura 4). Para estimar la luminancia de la escena (p_m) se calcula la media aritmética del nivel de gris de los píxeles que pertenecen a la ROI. Considerando que existe un relación lineal entre el tiempo de exposición (t_{exp}) y la luminancia de la ROI (p_m) antes de alcanzar la saturación de píxel, el tiempo de exposición se expresa mediante una relación lineal (1):

$$t_{exp} = k \cdot p_m \quad (1)$$

Las condiciones iniciales del algoritmo que se deben definir antes de empezar la adaptación son:

- Intervalo óptimo [$p_{opt}-M, p_{opt}+M$] de intensidad media de gris por píxel de la región de interés (ver figura 5)
- Tiempo de exposición máximo resultante de aplicar la siguiente fórmula (2) para evitar el efecto de blurring en la región de interés de la imagen:

$$t_{exp_{max}} = \frac{10 \cdot f}{v \cdot n} \quad (2)$$

v es la velocidad máxima del vehículo; considerando que la imagen está partida por la mitad, cada parte tiene un ancho de 512 píxeles y $n \in [1, 512]$ es el píxel limítrofe mayor de la ROI y f el factor de movimiento permitido en tanto por uno.

También hay otra consideración inicial a tener en cuenta la cuál no es configurable y esta es el tiempo de exposición mínimo permitido que se fija a 1 milisegundo. El motivo es evitar que en la imagen solamente aparezca el efecto de smearing sin haber capturado la escena.

Para hallar el tiempo de exposición en cada iteración de adquisición de una imagen se calcula la diferencia entre la intensidad media de gris por píxel de la ROI (p_m) y el valor óptimo (p_{opt}), ver expresión (3). Luego se halla la variación de tiempo de exposición necesaria para adaptar la imagen a la luminancia externa en función del valor hallado en (4) y la constante de linealidad. Finalmente, se aplica dicha variación al tiempo de exposición en aquel instante y se halla el nuevo tiempo de exposición a configurar en las cámaras, ver expresión (5):

$$\Delta p = p_m - p_{opt} \quad (3)$$

$$\Delta t_{exp} = k \cdot \Delta p \quad (4)$$

$$t'_{exp} = t_{exp} - \Delta t_{exp} \quad (5)$$

Para evitar saltos bruscos entre el nuevo tiempo de exposición a configurar y el anterior, se han fijado unas variaciones máximas (6) y mínimas (7) preestablecidas en función del intervalo óptimo.

$$\Delta p_{max} = M \iff \Delta t_{max} = k \cdot M \quad (6)$$

$$\Delta p_{min} = \frac{M}{4} \iff \Delta t_{min} = k \cdot \frac{M}{4} \quad (7)$$

Así que para el cálculo del tiempo de exposición en cada iteración se aplica la expresión (8); y en caso de superar el tiempo máximo permitido se fija a este valor (9):

$$t_{\text{exp}}^{i+1} = t_{\text{exp}}^i - \Delta t_{\text{step}}^i \quad (8)$$

$$t_{\text{exp}}^{i+1} \geq t_{\text{exp}_{\text{max}}} \implies t_{\text{exp}}^{i+1} = t_{\text{exp}_{\text{max}}} \quad (9)$$

Los saltos (Δt_{step}) a aplicar en el algoritmo según el valor de la luminancia exterior se rigen según la Tabla 1 y se aplican en la expresión (8):

p_m	Δt_{step}
$[0, p_{\text{opt}} - \Delta p_{\text{max}})$	$-\Delta t_{\text{max}}$
$[p_{\text{opt}} - \Delta p_{\text{max}}, p_{\text{opt}} - \Delta p_{\text{min}})$	$-\Delta t_{\text{min}}$
$[p_{\text{opt}} - \Delta p_{\text{min}}, p_{\text{opt}} + \Delta p_{\text{min}}]$	0
$(p_{\text{opt}} + \Delta p_{\text{min}}, p_{\text{opt}} + \Delta p_{\text{max}}]$	$+\Delta t_{\text{min}}$
$(p_{\text{opt}} + \Delta p_{\text{max}}, 255]$	$+\Delta t_{\text{max}}$

Tabla 1: Configuración de los saltos del tiempo de exposición según luminancia.

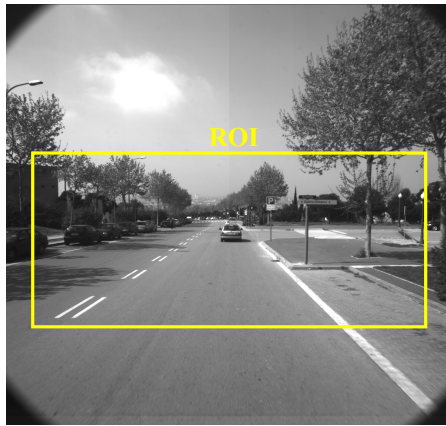


Figura 4: Definición de la Región de Interés (ROI).

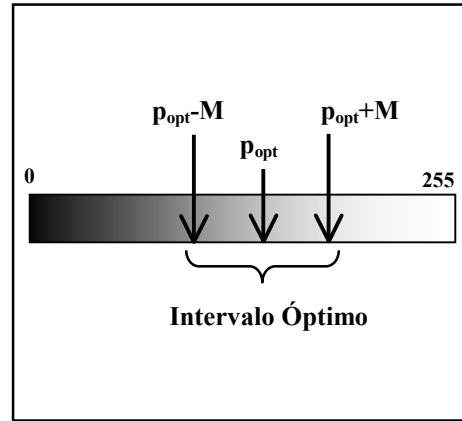


Figura 5: Intervalo óptimo del valor del nivel de gris medio ROI.

La constante de linealidad k depende de las condiciones ambientales externas y de las características de la escena. Se estima a partir de los valores del tiempo de exposición configurado y luminancia de la ROI cuando el nivel de gris medio está comprendido en el intervalo óptimo deseado. Este valor de k estimado es un valor dinámico durante la sesión de trabajo ya que se va ajustando según los factores externos que lo condicionan. Si el algoritmo se hace inestable no convergiendo al intervalo óptimo debido a que los saltos del tiempo de exposición provocan una intermitencia de la luminancia de las imágenes se reduce el valor de k y, si aun así, el algoritmo no converge, se vuelve a calcular k . En cambio, si el algoritmo converge pero no al intervalo óptimo, se aumenta el valor del salto de tiempo de exposición a realizar en ese instante para forzar la convergencia.

En la figura 6 se muestra la evolución del nivel de gris medio de la ROI y del tiempo de exposición ambos relacionados por la expresión (1) correspondiente a una prueba del sistema Geovan a una velocidad del vehículo no superior a 30 Km/h, con un tiempo de exposición máximo de 6ms para evitar que una imagen contenga el efecto de blurring y con los valores óptimos de luminancia de la región de interés comprendidos entre 120 y 140. De los gráficos mostrados se observa como el algoritmo de adaptación del tiempo de exposición hace converger el nivel de gris medio de la ROI de las imágenes adquiridas al rango de luminancia óptimo y que el tiempo de respuesta cuando la luminancia

no está comprendida dentro del rango óptimo definido, es pequeño, aproximadamente entre una y cuatro imágenes, según las condiciones de la prueba realizada.

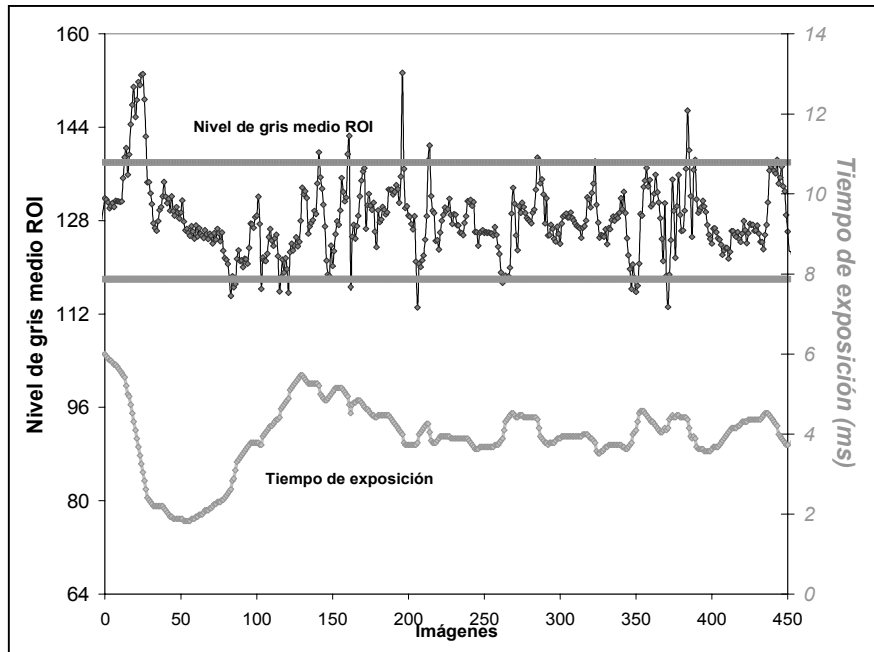


Figura 6: Representación evolución de la luminancia de la ROI y del tiempo de exposición.

4. Subsistema de sincronización

La georeferenciación de los objetos de interés obtenidos de los datos adquiridos por parte de los sensores es el objetivo de cualquier sistema LB-MMS. Para determinar las coordenadas absolutas de un objeto, primeramente se obtiene un posicionamiento relativo en el marco de referencia del sensor que luego se debe trasladar al marco de referencia del sistema de orientación. Esta traslación es posible debido a que el subsistema de adquisición está sincronizado en todo momento con el marco de referencia temporal del GPS mediante el subsistema de sincronización.

El subsistema de sincronización está compuesto por la tarjeta de tiempo (timeboard) y las señales de sincronismo: PPS, Trigger y Resync (ver figura 3). El propósito de este subsistema es la de referenciar en tiempo absoluto GPS los datos adquiridos para, posteriormente, transferir los parámetros de orientación a los diferentes sensores y poder georeferenciar los objetos de interés.

El dispositivo timeboard permite marcar el tiempo de las señales (timetags) en sus entradas con una resolución de 20 ns. Pero para poder extraer información de los timetags recibidos es necesario referenciarlos absolutamente en el sistema de tiempo GPS. El proceso de sincronización se divide en dos fases, la inicialización y la sincronización de los datos.

El proceso de inicialización tiene como objetivo establecer la referencia temporal que existe entre los dos sistemas de tiempo, el GPS y el de timeboard. T^{GPS} es un instante de tiempo referenciado sobre el sistema GPS y T^{GT} el mismo sobre el sistema relativo a la tarjeta de tiempo; y ambos se relacionan según la expresión (10).

$$T^{GPS} = T^{GT} + T_0 \quad (10)$$

T_0 es la referencia temporal entre ambos sistemas y este es el tiempo GPS del instante en que se indica a la tarjeta de tiempo que empiece a medir las señales en sus entradas y se inicializa el tiempo interno de tarjeta a cero.

En el primer paso del proceso de inicialización, T_0 toma el valor de la diferencia entre el tiempo de un pulso de sincronismo (Resync) marcado en el receptor GPS (T_{Resync}^{GPS}) y en la tarjeta de tiempo (T_{Resync}^{GT}) (11).

$$T_0 = T_1^{GPS}_{Resync} - T_1^{GT}_{Resync} \quad (11)$$

En un segundo paso, se vuelven a generar pulsos de sincronismo para validar que con el valor T_0 actualizado del primer paso y aplicando la expresión 12, el resultado de la operación es cero; hecho que significa que los dos sistemas de referencia están correctamente referenciados (ver figura 7). Si no se da este caso, se vuelve a repetir el primer paso hasta que hallar el valor de T_0 correcto.

$$offset = T_j^{GPS}_{Resync} - (T_j^{GT}_{Resync} + T_0) \quad \text{con } j > 1 \quad (12)$$

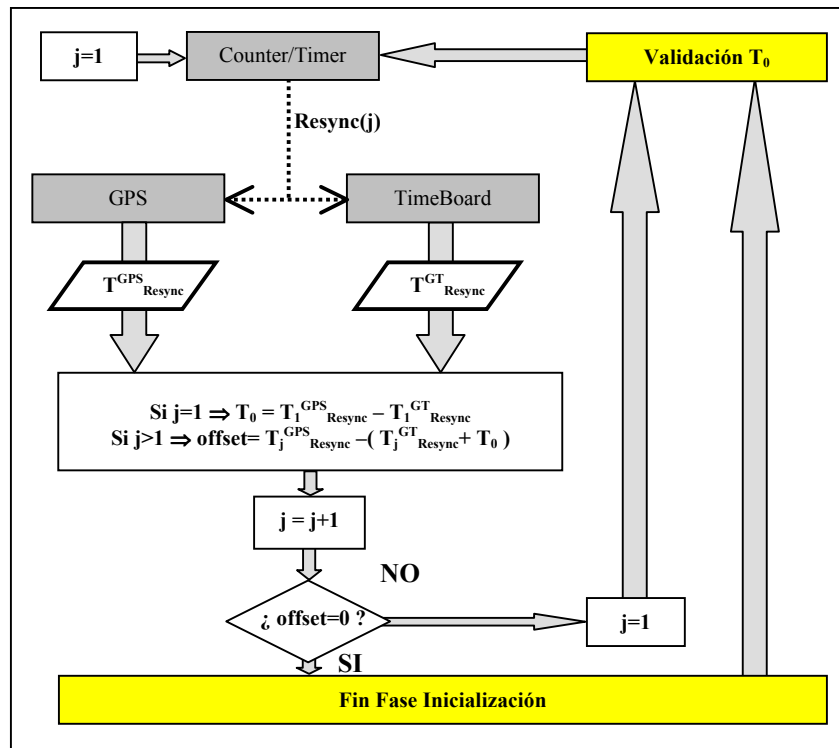


Figura 7: Esquema inicialización proceso de sincronización.

El valor de T_0 se descompone como la suma de dos componentes, $[T_0]$ que es la parte entera del tiempo T_0 segundos, y $\Delta T_0(i)$ que es la parte decimal de T_0 (13). El valor de $\Delta T_0(i)$ se halla a partir de los pulsos PPS marcados por la tarjeta de tiempo y este valor se actualiza en cada iteración para corregir posibles desviaciones del reloj interno de la tarjeta de tiempo.

$$T_0 = [T_0] + \Delta T_0(i) \quad (13)$$

En la fase de sincronización, se marcan los timetags de la señal de trigger, que es la que dicta la adquisición de los datos de los sensores, con la tarjeta de tiempo (ver Figura 3) y mediante el proceso de sincronización según la expresión (10) se referencian estos timetags con su tiempo absoluto y su dato asociado.

Los sensores disponibles en esta primera fase del proyecto son dos cámaras CCD; por lo que el proceso de sincronización se encarga de referenciar cada par de imágenes con su instante de captura siguiendo el procedimiento anterior (10). Además se añade un procedimiento de comprobación de la correspondencia entre la imagen y su tiempo comparando los tiempos de frame grabbers y la marcas de tiempo del trigger.

Comprobando que la diferencia entre los tiempos frame grabber del par de imagen es inferior a 30 milisegundos se asegura que las imágenes han sido producidas por el mismo trigger (14). Calculando la diferencia de tiempos frame grabbers de las dos últimas imágenes consecutivas adquiridas, la penúltima ya sincronizada con tiempo GPS y la última no, y la diferencia entre la marca de tiempo asociada a la imagen sincronizada y a la que no lo está; y comprobando que la diferencia de estos dos últimos valores es inferior a 30 milisegundos se asegura que la nueva marca de tiempo corresponde a la última imagen adquirida (15).

$$|dif_i^{FG}| = |FGTime_i^{C1} - FGTime_i^{C2}| \leq 30 \text{ ms} \quad (14)$$

$$|dif_i^{GT}| = |(FGTime_i^{C1} - FGTime_{i-1}^{C1}) - (T_i^{GT} - T_{i-1}^{GT})| \leq 30 \text{ ms} \quad (15)$$

Las expresiones 13 y 14 serían válidas para el proceso de comprobación de la sincronización para frecuencias de adquisición inferiores a 33 imágenes/segundo por cámara. El orden habitual de la tasa de adquisición será muy inferior a este valor límite dado; por lo que, con este proceso, se valida la correcta sincronización de todos los pares de imágenes con su tiempo de captura (ver figura 8).

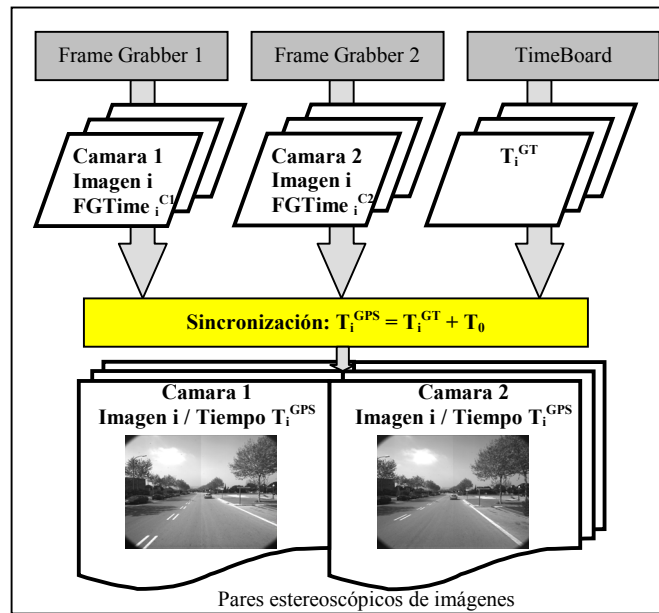


Figura 8: Esquema proceso de sincronización de los pares de imágenes.

5. Software de Control del Subsistema de Adquisición de Datos

El software de adquisición de datos y control del sistema Geovan está instalado en el PC de control (PCC). La placa controladora del PCC es una tarjeta PC industrial soportada por un back plane que además contiene soportes de buses PCI e ISA. El PCC tiene instalado el hardware del subsistema de adquisición de datos; es decir, los dos frame grabbers y la tarjeta generadora de trigger en su bus PCI; la tarjeta de tiempo en el bus ISA; y los dos discos extraíbles en el bus SCSI. El sistema de orientación POS/LV es configurado por el PCS (POS Computer System) que se controla vía ethernet a través de una aplicación remota instalada en el PCC.

Se han configurado los frame grabbers de modo master-slave; de este modo el frame grabber master dicta las señales de disparo para ambas cámaras y así se consigue que estén sincronizadas entre ellas adquiriendo a la vez cuando el frame grabber master recibe la señal de trigger.

El PCS y el PCC se conectan entre sí por dos puertos series para que el PCS envíe por un puerto el mensaje INZDA (date & time) del protocolo NMEA y el mensaje EVT2 al PCC necesarios para el proceso de sincronización; y por el otro, el mensaje PAST1 que contiene información de navegación necesaria para la generación del trigger en función de la distancia o giro recorrido.

El software de control del sistema Geovan integra las tareas que debe realizar el subsistema de adquisición de datos: adquisición de imágenes, sincronización y almacenamiento. Se ha diseñado una interfaz de usuario gráfica que permita configurar los parámetros del subsistema de adquisición de datos mediante distintos menús y visualizar tanto las imágenes capturadas (ver figura 10) como el estado del sistema. La aplicación se ha programado en Microsoft Visual C++ y está compuesta de varios hilos de ejecución o threads.

En la figura 9 se muestra el esquema multithread de la aplicación, la función asignada a cada hilo de ejecución y sus comunicaciones entre ellos.

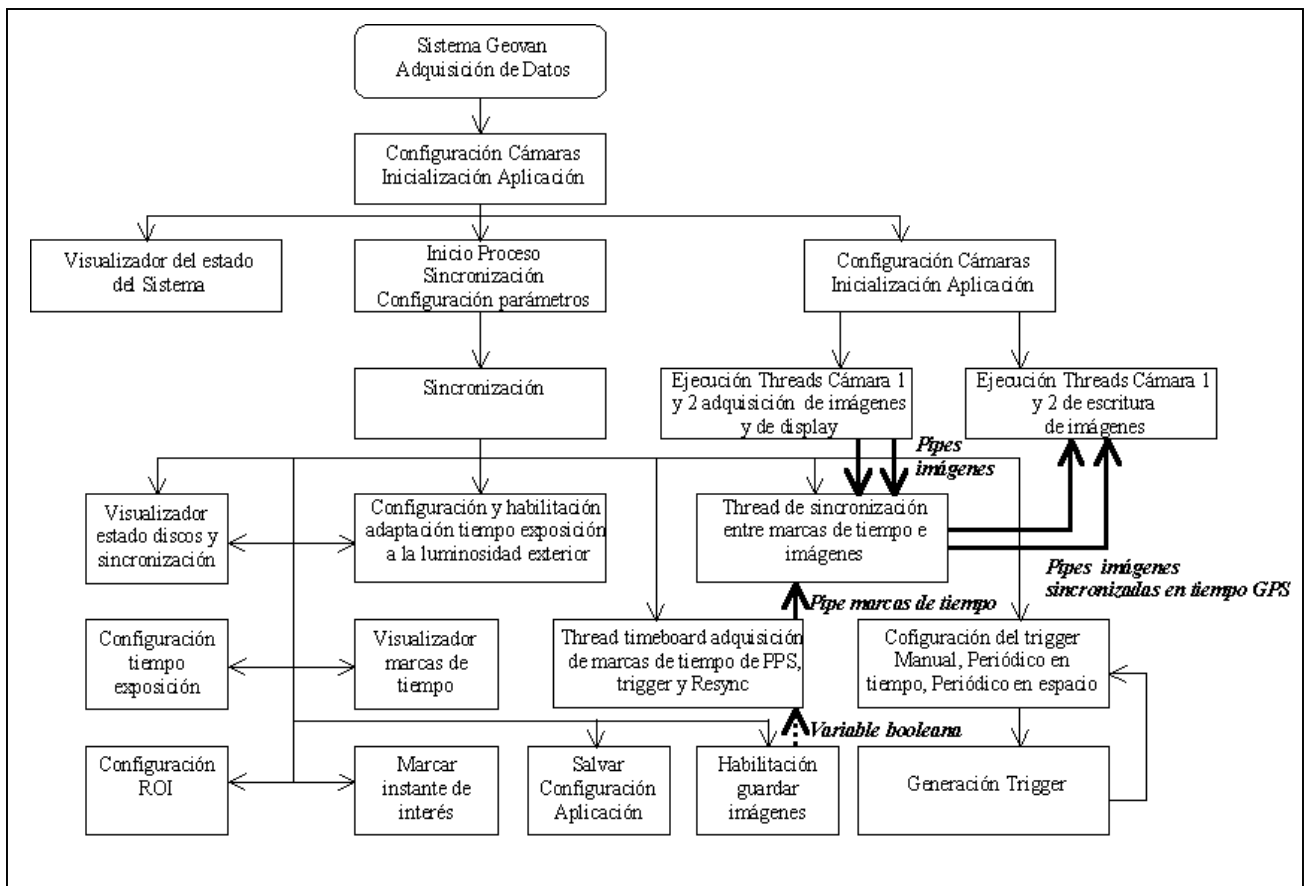


Figura 9: Esquema funcionamiento del software de adquisición de datos del sistema Geovan.



Figura 10: Ventana principal aplicación software.

5.1. Menús de Configuración

Los menús de configuración permiten configurar los parámetros de los algoritmos de sincronización, adquisición de imagen y adaptación del tiempo de exposición.

En el menú de configuración de la sincronización se introducen los canales de la tarjeta de tiempo donde se marcarán las señales de sincronismo (PPS, Trigger y Resync) con sus características físicas, polaridad y nivel de threshold; la configuración de las dos salidas del Counter/Timer para la generación de las señales, una corresponderá a la señal de Trigger y la otra a la de Resync; y la configuración del puerto serie para la lectura de los mensajes INZDA y EVT2. El mensaje de fecha y hora del INZDA proporciona la información del marco de referencia temporal absoluto y el mensaje EVT2 da el tiempo GPS de cada pulso de señal de Resync (ver Figura 11). Si se habilita solamente el mensaje INZDA, el sistema prescinde del mensaje EVT2 funcionando igualmente sin realizar el proceso de validación de T_0 del algoritmo de sincronización (Ver Figura 7); permitiendo que el sistema sea compatible con cualquier receptor GPS independientemente del formato de salida de eventos.

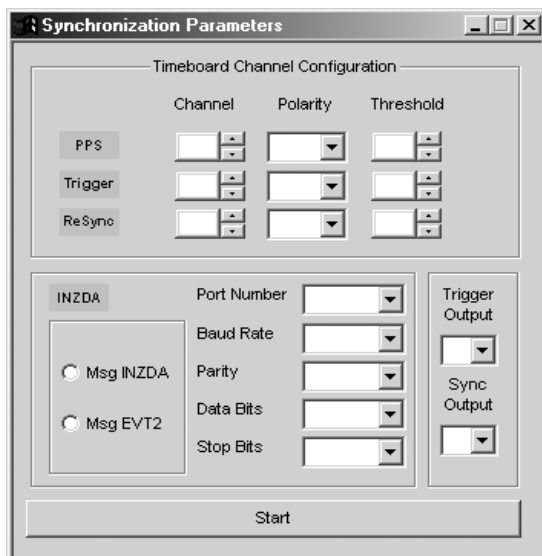


Figura 11: Menú configuración parámetros sincronización.

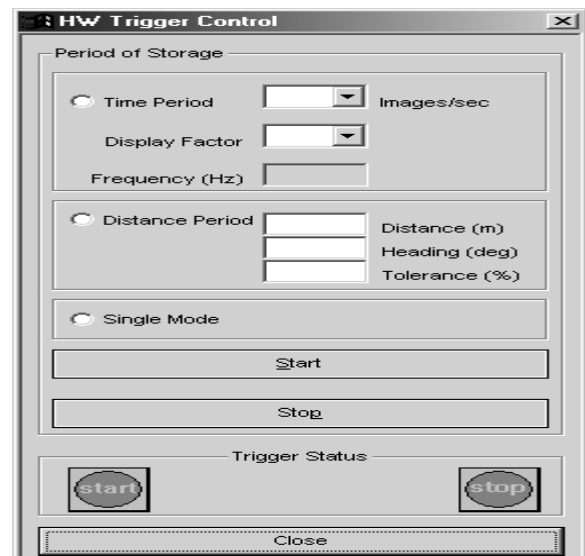


Figura 12: Menú configuración parámetros de la señal de trigger.

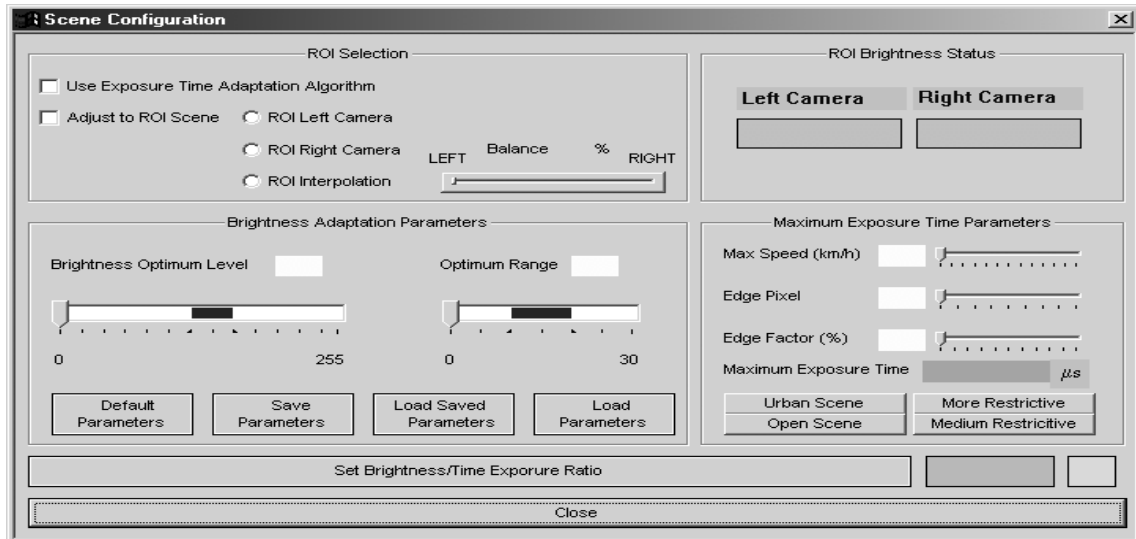


Figura 13: Menú configuración parámetros algoritmo adaptación del tiempo de exposición.

El menú de configuración del control de la adquisición permite elegir la periodicidad de la señal de disparo o trigger: o temporal (imágenes/segundo), o espacial (una imagen según una distancia o giro recorrido permitiendo una tolerancia en los cálculos de estos dos parámetros) o trigger manual. También permite configurar el factor de display en caso que el trigger sea periódico (ver figura 12).

El menú de configuración de la escena permite configurar los parámetros del algoritmo de adaptación del tiempo de exposición: qué región de interés se usa en el algoritmo, si el de la cámara derecha, izquierda o una interpolación de las dos; el intervalo óptimo deseado al que debe convergir la luminancia de la región de interés; la velocidad máxima a la que circulará el vehículo; el factor de movimiento de píxel y el píxel limítrofe de la región de interés. A parte, muestra el valor de la luminancia de la última imagen adquirida por cada cámara y el valor hallado de la constante de linealidad según el algoritmo de adaptación (ver figura 13).

5.2. Rendimiento

El sistema Geovan debe poder soportar una frecuencia de adquisición y almacenamiento media de al menos dos imágenes por segundo a lo largo de una sesión de trabajo para cada una de las dos cámaras tanto par el caso de periodicidad temporal o espacial. Para que sea posible lograr esta tasa media de adquisición, se hace imprescindible la ejecución de dos threads independientes por cámara, uno que adquiera las imágenes y otro que las guarde en disco (Ver Figura 10). El acceso a disco está sometido a retardos no deterministas en función de la utilización de los recursos del PC en cada instante; por este motivo, al tener una frecuencia de adquisición fijada, es mejor separar ambos procesos para evitar cualquier posible pérdida de alguna imagen.

Para que el algoritmo de adaptación converja más rápidamente al valor deseado de luminancia de la región de interés de la imagen, el sistema permite configurar dos frecuencias, una de adquisición (F_a) y otra de escritura de imágenes (F_w) a disco; ambas relacionadas por el factor de display (D) (16). De este modo se consigue una mayor adaptabilidad del tiempo de exposición al adquirir más imágenes de las almacenadas en disco pudiendo estimar mejor la luminancia exterior en cada instante.

$$F_a = D \cdot F_w \quad (16)$$

Se han realizado pruebas para hallar la tasa máxima que permite el sistema sin saturar la CPU del PC de control con el hardware actualmente instalado. En la figura 14 se observa que el sistema puede operar hasta a una frecuencia de adquisición de cuatro pares de imágenes por segundo con un factor de display de 1. De todas formas, considerando la tasa media de dos pares de imágenes por segundo, el sistema también soporta un factor de display 2 que permite mejorar la velocidad de convergencia del algoritmo. Pero para frecuencias de escritura (F_w) superiores a 4 pares de imágenes por segundo y factores de display superiores a 2 con una frecuencia de adquisición superior a la media, se saturan los recursos del sistema y es inviable su funcionamiento.

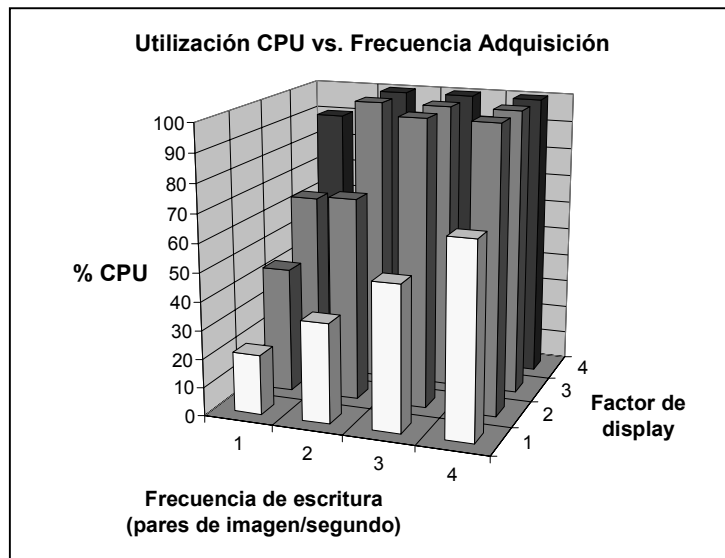


Figura 14: Gráfico ocupación CPU en función de la frecuencia de adquisición.

6. Conclusiones

En este artículo se han descrito las funciones y los componentes del subsistema de adquisición de datos del Sistema Geovan juntamente con los algoritmos implementados y el software de control. Como resultado del desarrollo de este subsistema, se ha obtenido una plataforma que permite la sincronización de los datos adquiridos por los distintos sensores instalados en el sistema Geovan con el marco de referencia temporal del GPS.

Una característica relevante del sistema, que ha sido tenido en cuenta en su diseño inicial, es la flexibilidad de caras a futuras ampliaciones ya que permite tener instalados más sensores en la estructura de soporte con el mismo procedimiento de sincronización.

La configuración actual del sistema Geovan soporta una tasa de adquisición máxima de cuatro pares de imágenes por segundo, siendo este el límite para no saturar la CPU del PC de control; por lo que, en caso de añadir más sensores, se hará necesario más de un PC para controlarlos. Por este motivo, en la siguiente fase del proyecto Geovan, se diseñará una aplicación cliente-servidor; en la que el PC que actúe como servidor tendrá instalada la tarjeta de tiempo y la aplicación que proporcionará la información de las señales de sincronismo a todos los sensores del sistema vía sockets mediante una conexión TCP/IP. Esta aplicación de sincronismo permitirá la conexión a ella de tantos clientes como sensores haya en el sistema para que puedan sincronizar sus datos capturados con el marco de referencia temporal absoluto.

7. Referencias

- [1]. Dr. Rongxing Li, Weian Wang, Hong-Zeng Tseng (1998) "Detection and Location of Objects from Mobile Mapping Image Sequences by Hopfield Neural Networks"
- [2]. Cameron Ellum, Nacer El-Shemy (2002) "Land-Based Mobile Mapping Systems"
- [3]. Arindhum Roy "GPS based automatic vehicle tracking and managing system"
- [4]. <http://www.cfm.ohio-state.edu/research/gpsvan.html>
- [5]. <http://www.lambdatech.com/gpstech.html>
- [6]. E. Bosch, R. Alamus, A. Serra, A. Baron, J. Talaya (2003) "GEOVAN: El sistema de cartografía terrestre móvil del Institut Cartogràfic de Catalunya"