

Falcon herramientas de software para el procesamiento aerofotogramétrico

Oscar Ruiz Salguero; Alejandro Trujillo Velázquez ; Carlos Andrés Toro Rodríguez
Centro Interdisciplinario de investigación (CII – CAD/CAM/CG)
Universidad EAFIT
Carrera 49 No 7 sur – 50 Medellín, Colombia
oruiz@sigma.eafit.edu.co; Tel (574) 266-0500; Fax (574) 266-4284

1. Resumen

En el área de Aerofotogrametría Digital, el *software* comercial prevalente para postproceso presenta limitaciones debido a dos factores: (i) las legislaciones de cada país o región requieren diferentes convenciones, y (ii) las necesidades de las empresas son tan cambiantes que no justifican la compra de *software* de alto rendimiento, que puede quedar sin utilizar debido a un viraje del mercado. El presente proyecto se ha desarrollado para atender necesidades de procesamiento automático de planos (partición, detección y corrección de errores, etc.), así como módulos de importación – exportación paquete a paquete, trazado de rutas e interacción con GPS. Este artículo informa de los dos últimos aspectos. Debido a necesidades de los clientes, los archivos entregados deben llevar un formato comercial (DWG, DXF), pero el procesamiento de los archivos debe ser hecho en paquetes y formatos diversos (DGN). Por lo tanto, fue necesario diseñar e implementar un formato acompañante que permitió llevar la información que se pierde al usar filtros comerciales (DGN a DXF/DWG). Asimismo se crearon módulos de importación y exportación redundantes, que hicieron efectivos dichos atributos. En el aspecto de generación de rutas de vuelo, se reportan en este artículo la aplicación de algoritmos tradicionales de barrido (peinado) de áreas 2D, a los cuales se agregaron restricciones geométricas (puntos fijos, *offsets*, orden de los barridos de acuerdo a coordenadas del sitio de partida, etc). Debido a los altos costos de equipos equivalentes, se decidió desarrollar *software* para traducción de rutas entre formatos GPS y formatos geográficos locales al país. Ello permite la eliminación de fuentes de error y además facilita la carga del plan de vuelo, a costos mucho menores a los del *hardware* / *software* comercial.

2. Abstract

In the area of Digital Photogrammetry the commercial *software* common for post-processing presents limitations, owed to two factors: (i) each country or region's legislation require different conventions, and (ii) needs of companies are so rapidly changing that they do not justify the investment in high performance *software*, that may remain idle, due to turns of the market. The present project has been developed to address needs of automated processing of drawings and plots (partition, detection and correction of errors, etc), as well as import – export, package to package modules, fly route planning and GPS interaction. This article focusses on these two last aspects. Due to the needs of clients the final files must be in popular commercial formats (DXF/DWG), while the processing of the files must be done in other packages and formats (DGN). Therefore, it was necessary to design and implement an accompanying file format, that allowed to carry the information otherwise lost when using commercial filters (DGN a DXF/DWG) . Also, redundant import – export modules were created, which allowed the enforcement of these attributes. Regarding flying route generation, this article reports the application of well known algorithms for sweeping (combing) of 2D areas, complemented with geometric restrictions (fixed points, offsets, sweeping sorting according to origin spot coordinates, etc). Owed to the high costs of equivalent equipment, it was decided to develop *software* for flying route translation between different GPS formats and the local country geographic formats. This development allows the elimination of error sources, and facilitates the loading of the fly plan, with costs which are far lower to the ones of commercial *hardware* and *software*.

3. Introducción

Existen en Colombia algunas empresas especializadas en el área de aerofotogrametría. En ellas, el proceso de aerofotogrametría (Fig. 1) consta de 5 etapas: (i) planeación de rutas, (ii) toma de fotografías, (iii) restitución fotográfica, (iv) edición digital y acabado final (v) exportación a formato requerido por la entidad cliente. Las empresas dedicadas a esta actividad enfrentan problemas de tipo económico para poder modernizar y optimizar sus procesos, dado el alto costo de los equipos especializados en este segmento de mercado. Por esta razón, dichas empresas buscan en el mercado soluciones comerciales de menor costo que puedan adaptar a sus necesidades. Dado este fenómeno estas empresas adquieren tecnologías de diferentes fabricantes poco compatibles entre sí, lo que genera en última instancia demoras en los flujos de información hasta el cliente final. Los problemas de edición han sido atacados en investigaciones previas del Centro Interdisciplinario de investigación (CII – CAD/CAM/CG) y fueron reportados en [14]. El presente artículo se enfoca en exponer la metodología empleada para solucionar la discontinuidad en el proceso aerofotogramétrico en las etapas de (i) planeación de rutas, (ii) intercambio de información con el GPS y (iii) exportación de archivos entre modeladores.

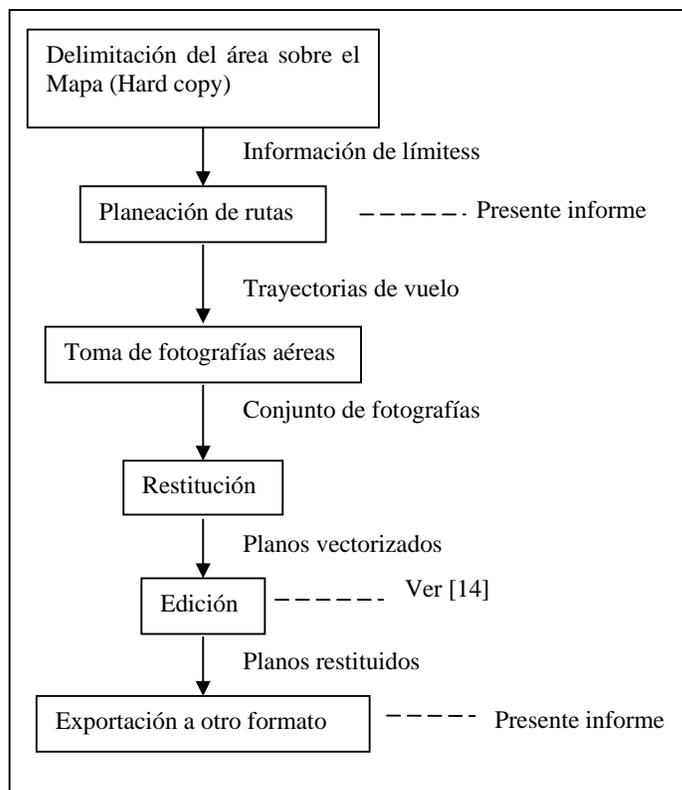


Fig. 1 - Proceso aerofotogramétrico

Para cada una de las etapas del proceso han existido herramientas de tipo manual, las cuales arrojan resultados aceptables, pero con un alto consumo de tiempo y la intervención de un operario experto. Existen diferencias marcadas entre las capacidades de procesamiento en cada etapa del proceso, presentándose por ello cuellos de botella.

La sección 4 presenta una breve revisión bibliográfica sobre las soluciones existentes desde el punto de vista del mercado y del usuario final para los problemas en cuestión. La sección 5 discute la solución desarrollada al problema de planeación de rutas de vuelo. La sección 6 expone el módulo de exportación de información al sistema GPS y por último la sección 7 explica el módulo de importación exportación entre dos modeladores comerciales. Los resultados se discutirán en cada una de las secciones a medida que se discutan las metodologías. La sección 8 concluye el artículo.

4. Trabajos Anteriores, Revisión bibliográfica.

El tópico de herramientas de *software* para cartografía y aerofotogrametría exhibe innumerables ejemplos en el mundo. Sin embargo, los altos costos de los módulos o adiciones al *software* especializado los colocan fuera del alcance del pequeño y mediano empresario. Otro factor problemático reside en el hecho de que hay necesidades muy específicas de los archivos para cada entidad estatal o privada del orden nacional, que no son servidos por *software* extranjero ([1]). Como un ejemplo, Data Automation Kit ([5]), un *software* para edición y conversión a formatos de intercambio de archivos cartográficos, no cubre ediciones requeridas por los planos para el servicio del mercado nacional en Colombia. Aunque presenta un módulo de diagnóstico y corrección, su desfase con respecto a las necesidades locales lo hacen un candidato de baja prioridad para las empresas del medio. Estas condiciones hacen que las empresas adquieran *software* de modelamiento genérico para realizar el mayor

numero de procesos posibles aunque de algún modo se sacrifique la velocidad y eficiencia. Al interior de las empresas colombianas está bastante extendido el uso de dos modeladores AutoCAD y MicroStation. Existen otros modeladores de menor difusión en el medio por su alto costo o escaso soporte técnico. La empresa AeroEstudios trabaja con ambos modeladores para el manejo de los distintos formatos dependiendo de los requerimientos de los clientes. Por razones comerciales los clientes prefieren trabajar con AutoCAD, pero para el proceso de edición y formateo de planos se han obtenido mejores resultados con MicroStation dado el tamaño de los archivos [2], la velocidad y la compatibilidad con el equipo de restitución. Esta es la razón por la cual el proyecto Falcon puede llenar una necesidad no atendida por *software* más costo.

El GPS es un instrumento utilizado para obtener satelitalmente en tiempo real las coordenadas de posición geográfica en la cual se encuentra el instrumento [15]. Un GPS calcula su posición por medio de la triangularización de las distancias a los satélites en el área de influencia de la medida. Dicha distancia es calculada basándose en el tiempo que la señal generada por cada satélite toma en llegar a la unidad de GPS. En fotografía aérea este instrumento es utilizado para posicionar los puntos de las rutas planeadas antes del vuelo, y luego durante la toma de fotografías para la corrección del curso. Los fabricantes de estos equipos ofrecen adicionalmente *software* para la comunicación en tiempo real entre un PC y el GPS con precios módicos, pero el estándar utilizado por cada fabricante es diferente, lo cual hace difícil incluir estos *software* dentro de un flujo continuo de información. AeroEstudios cuenta con un *software* de comunicación que agiliza su proceso de transferencia de información entre los dos equipos, pero deja al descubierto la conversión y traducción de coordenadas de las rutas de vuelo. El proyecto Falcon implementa herramientas de traducción para lograr que la información llegue hasta el *software* del GPS utilizando las herramientas existentes.

Para llevar la información de un modelador a otro por medio de un archivo neutro de forma bidireccional (Fig. 2) existen varias estrategias: (i) transferencia de datos planos, (ii) unificación de especificación funcional, (iii) unificación de datos internos y (iv) transferencia de intento de diseño. La alternativa (i) ha presentado formatos más o menos estándar como el IGES, DWG, VRML, etc ([3]), con resultados no satisfactorios dada la diversidad de modeladores, la resistencia intencional de las casas de software a permitir al cliente salidas hacia otros modeladores, y la insuficiencia topológica de algunos formatos. Algunas casas productoras hacen aún grandes esfuerzos para tener compatibilidad completa entre sus diferentes versiones de software [10]. La alternativa (ii) establece que el kernel de los modeladores debería tener unas funciones mínimas (grado de compatibilidad 0) para sostener un software CAD, y otras funciones adicionales, optativas (compatibilidades 1, 2, , etc. ver AIS [9]). Dicha compatibilidad es usada por los desarrolladores de software cliente de los modeladores para facilitar el escribir código portable sobre varios de ellos. El CII CAD / CAM /CG de la Universidad EAFIT ha usado AIS como parte fundamental para la implementación de este y otros programas en el campo de la ingeniería gráfica ([8], [11], [6], [12], [13], [14]). La alternativa (iii) presenta el formato STEP en un intento para legislar las estructuras de datos (geométricas y topológicas) de modelaje geométrico dentro de los programas, y no solo a nivel de archivos de intercambio. Sin embargo, modeladores basados en STEP están todavía en desarrollo, y para un proyecto como el presente (de pequeña escala), no es necesario ni efectivo introducir toda la solidez de STEP, dados los costos altos de desarrollo. La alternativa (iv) es posiblemente la más nueva, e incluye el usar las otras tres como medios de soporte complementarios para transferir el intento del diseñador (Design Intent [4]). Se intenta tener un formalismo para registrar, transmitir y re-actuar la historia conceptual del diseño (restricciones geométricas y topológicas, proceso de construcción, historia booleana, etc.). Cualquier proceso de transferencia teóricamente debería ser bidireccional (Fig. 2), aun cuando dicho requerimiento puede ser

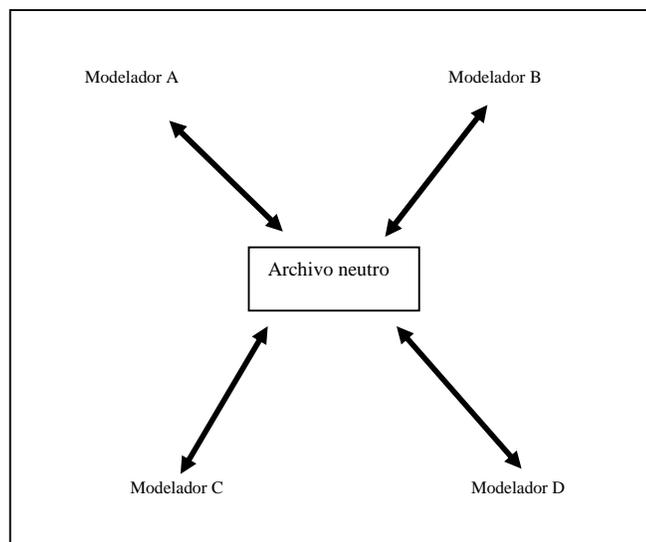


Fig. 2 – Proceso ideal de intercambio de datos

complicado de lograr. Para FALCON se ha escogido la estrategia de usar una transferencia de datos (alternativa (i)) punto a punto (es decir, entre dos modeladores específicos), e implementar la parte de programación sobre AIS (alternativa (ii)) para lograr portabilidad de código.

5. Módulo de cálculo de trayectorias de vuelo (Falcon Flyplan)

La planeación de rutas de vuelo para fotografiar un terreno es uno de los aspectos más importantes y críticos en

Tarea	Características	Contribución Falcon
Delimitación del terreno	Se requiere tener un estimativo del área y la forma del terreno para ser fotografiado, para esto se emplea un plano impreso reciente en el cual se demarca claramente los límites.	Ninguna
Trazado de rutas de vuelo	Sobre el plano impreso se trazan manualmente las rutas de vuelo a seguir. Se presentan problemas con la precisión. Los errores durante esta etapa deben ser corregidos posteriormente durante el vuelo.	Generar automáticamente las rutas de vuelo.
Extracción de coordenadas	Se requieren las coordenadas de los puntos iniciales y finales de las rutas trazadas en el paso anterior para orientación durante el vuelo. Esto se realiza manualmente, anotando las coordenadas planas especificadas en el mapa. La precisión depende de la escala del mapa base.	Entregar en formato digital información de coordenadas.
Transformación de coordenadas	El GPS y demás equipo de vuelo requieren coordenadas esféricas. La transformación de coordenadas se hace con la ayuda de un <i>software</i> comercial de conversión para tal fin. La información es ingresada y convertida punto por punto.	Ninguna (la empresa posee un <i>software</i> comercial).
Inserción de coordenadas al <i>software</i> del GPS	La información de las coordenadas debe ser trasladada al <i>software</i> de comunicación del GPS y luego transferidas por comunicación serial a la unidad de GPS. Esta información sirve para orientación y corrección del curso durante el vuelo. Anterior al proyecto la información tenía que ser teclearla punto a punto al <i>software</i> del GPS.	Traducción de formatos que permita la utilización de <i>software</i> de comunicación existente en la empresa.
Toma de fotografías	La calidad de las fotografías determinan la calidad del trabajo final entregado al cliente Se utiliza la información geográfica del GPS obtenida del los planes de vuelo y se hacen ajuste de trayectorias para corregir errores de cálculo previos.	Ninguna.

Tabla 1 - Etapas del proceso de planes de vuelo de AeroEstudios

todo el proceso aerofotogramétrico. Una inapropiada planeación de rutas o errores numéricos en los cálculos induce a errores en el vuelo y este a su vez genera errores en la toma de fotografías. Adicionalmente la planeación automática de rutas permite la correlación de distancia y costos para efectos de facturación del trabajo. Los costos asociados al proceso físico de toma de fotografías son altos, ya que un trabajo mal elaborado es difícilmente corregible, caso en el cual debe repetirse total o parcialmente. La Tabla 1 ilustra las etapas del proceso de planeación de rutas de vuelo antes del proyecto FALCON y la contribución de éste.

La metodología de solución (Fig. 3) requiere identificar claramente las condiciones del cálculo de las trayectorias: (i) puntos obligados de las trayectorias, (ii) ángulo de orientación y escala de trabajo. A partir de esta información se deben generar una serie de segmentos interiores al área de interés, donde los segmentos forman un achurado (Fig. 4A). Los segmentos interiores constituyen una aproximación a las rutas de vuelo. Los pasos adicionales para llegar a estas son: (i) unir segmentos paralelos que se encuentran separados una distancia menor que dos veces el factor de extensión de las trayectorias (el factor de extensión corresponde a la longitud de una fotografía y depende de la escala Fig. 4B), (ii) simplificar las líneas de vuelo, reduciendo el número de vértices al mínimo, (iii) extender las trayectorias con el factor de extensión (Fig. 4C), (iv) trazado de rutas externas al perímetro para asegurar cubrimiento de los límites del terreno (Fig. 4D), (v) ordenar trayectorias de acuerdo a la distancia, (vi) reportar en formato compatible con *software* de conversión utilizado en la siguiente etapa.

El contorno del área resulta de la digitalización de un mapa en papel. El programa calcula las rutas de vuelo y su separación de acuerdo a: (i) la escala o a una separación personalizada (la separación personalizada depende de la topografía del terreno. Terrenos más escarpados requieren menor separación que la nominal) dada por el usuario, (ii) ángulo de las trayectorias, (iii) punto característico proporcionado por el usuario (este puede ser por ejemplo un pueblo o un detalle importante). Al finalizar el proceso de cálculo el programa genera un reporte en coordenadas cartesianas con los puntos iniciales y finales de las rutas y la información de longitudes de vuelo parciales y totales.

```

{pre: P es un polígono cerrado que corresponde a un área a sobrevolar.
      Q es conjunto de polígonos internos embebidos en P

{post: S = {s1, s2, s3,, sn-1, sn} S es el conjunto de rutas de vuelo

1      Obtener contorno P
2      Obtener conjunto de contornos Q
2      Seleccionar la Escala
3      Obtener la orientación de las rutas (Eje X , Eje Y, Ángulo)
3      Calcular MinMax de P
4      Calcular numero de rutas  $N = f(\text{MinMax}, \text{Escala})$ 
6      Trazar L (línea_referencia) por Min con Ángulo
7      Para (i desde 1 hasta N)
8      {
9          NuevaLinea[i] = f (L, Escala, i);
10         conjunto_segmentos = Clasificación_línea_polígono (NuevaLinea[i],P,Q);
11         S = S+ { conjunto_segmentos };
12     }
13     Unir todos los S posibles de acuerdo a Escala
14     Simplificar S
15     Extender S
16     Ordenar S
17     Reportar S
18     Fin {función principal}

```

Fig. 3 - Macro algoritmo de cálculo de rutas de vuelo

Dados los límites de un área cualquiera en AutoCAD o MicroStation, la aplicación puede: (i) verificar y corregir defectos de la digitalización del contorno tales como: polilínea no cerrada, contorno con puntos repetidos y polilínea no coplanar, (ii) calcular las trayectorias de vuelo con cualquier orientación y separación, (iii) generar

un reporte con los puntos iniciales y finales de las trayectorias e información de distancias de vuelo parciales y totales, (iv) crear un archivo con el formato requerido por las siguientes etapas (ver Falcon Translator).

La herramienta desarrollada proporciona una ayuda importante en el momento de planear las rutas de vuelo, ya que permite al usuario generar rápidamente varias alternativas para sobrevolar un terreno, almacenar la información para futuros trabajos y reducir errores de precisión propios del trazado manual de rutas y la digitación masiva de datos.

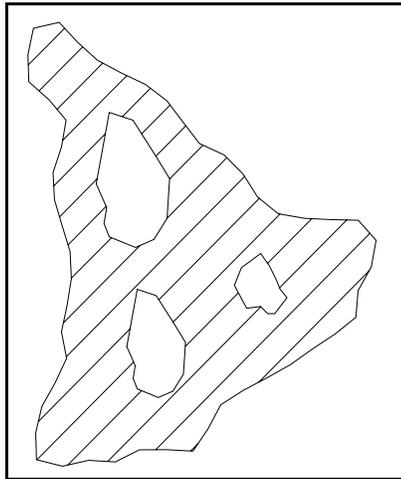


Fig. 4A – Trazado de rutas internas. Resultado del cálculo de rutas de vuelo.

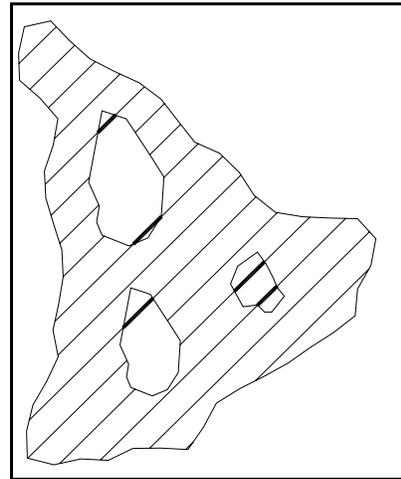


Fig. 4B – Extensión de trayectorias muy cercanas y simplificación de líneas de vuelo.

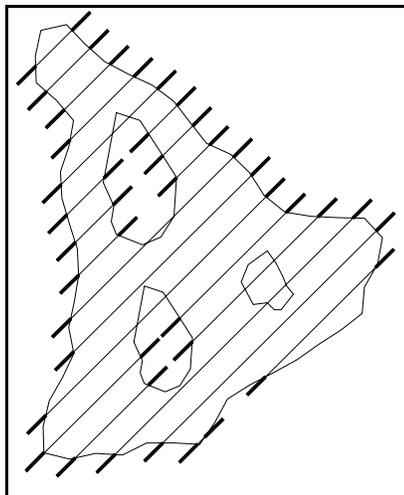


Fig. 4C – *Offset* de trayectorias para garantizar cubrimiento seguro de límites del terreno.

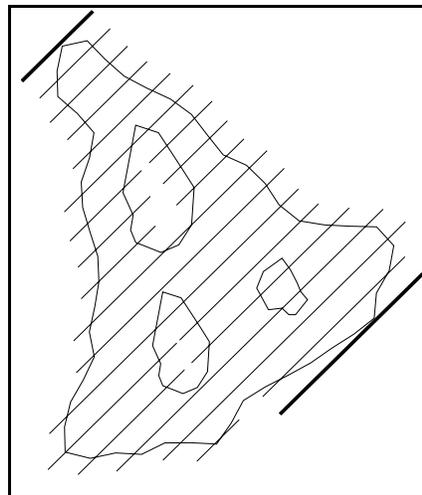


Fig. 4D – Trazado de rutas internas para garantizar cubrimiento de las esquinas.

6. Módulo de formateo de información de trayectorias de vuelo (Falcon Translator)

Anterior al desarrollo del proyecto Falcon el proceso de cálculo y transferencia de información de trayectorias

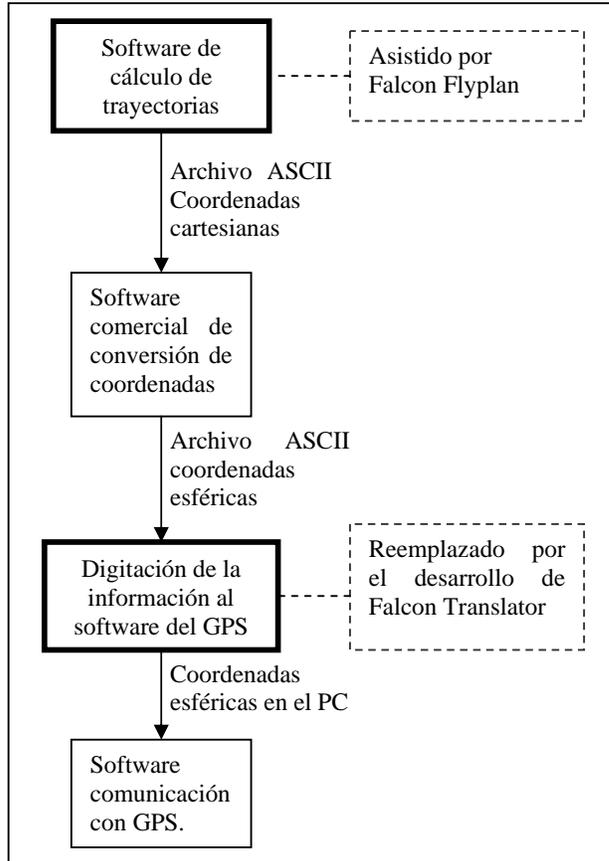


Fig. 5 – Proceso de manejo de rutas de vuelo.

de vuelo requería una alta intervención del operario (Tabla 1), lo cual hacía que el proceso completo fuera lento y propenso al error. El desarrollo del módulo de planes de vuelo (Falcon Flyplan) logró mejorar y optimizar la etapa de cálculo, pero no así la necesidad de interconectar los diferentes módulos para que la transferencia de información entre los paquetes fuera eficiente en todas sus etapas. Como respuesta se diseñó y creó Falcon Translator. La Fig. 5 presenta el proceso y las herramientas disponibles en AeroEstudios en el estado anterior al desarrollo del módulo de traducción (Falcon Translator).

Falcon Flyplan entrega un archivo de texto con la información de los puntos iniciales y finales de las trayectorias en coordenadas cartesianas. El *software* de conversión toma este archivo y genera uno nuevo en coordenadas esféricas. El problema radica en formatear el archivo de salida del paquete de conversión al formato de entrada del programa de comunicación del GPS. Para esto se implementó un algoritmo de traducción que lee línea a línea el formato A (Fig. 6) y escribe simultáneamente en el formato B (Fig. 7) la información en el lugar, con la disposición y orden requerido por el programa de comunicaciones.

```

"GEOGRAFICAS"
"P_R1","6.2824835","74.4948904",.000001
"F_R1","6.2104255","74.494826",.000001
"P_R2","6.2824906","74.49000909999999",.000001
"F_R2","6.2104325","74.485946",.000001
"P_R3","6.2831757","74.4811289",.000001
"F_R3","6.1834005","74.48104499999999",.000001
"P_R4","6.2727884","74.47223870000001",.000001
"F_R4","6.1746274","74.4721588",.000001
  
```

Fig. 6 - Ejemplo de salida de *software* de conversión comercial.

La información del encabezado mostrado en la Fig. 8 corresponde a las coordenadas del observatorio de Bogotá, las cuales son el huso utilizado para Colombia. El huso es el origen de coordenadas aparentes utilizadas para las proyecciones cartográficas de una región. El huso es definido por el instituto cartográfico de cada país. Nótese que el formato de la Fig. 6 corresponde a uno de los muchos posibles. En este caso es el especificado por el instituto Geográfico Agustín Codazzi (de Colombia). Esta variedad de formatos y convenciones hace que la aplicación de *software* internacional sea muy difícil. Ello es una de las justificaciones del proyecto Falcon.

```

H SOFTWARE NAME & VERSION
I PCX5 2.09

H      R DATUM      IDX  DA   DF   DX   DY   DZ
M      G Bogota Obsrvatry  017 -2.510000e+02 -1.419270e-05 +3.070000e+02 +3.040000e+02 -
3.180000e+02

H COORDINATE SYSTEM
U LAT LON DMS

H IDNT LATITUDE LONGITUDE DATE TIME ALT
W R1-P +062824.835 -0744948.904 26-OCT-99 20:19:11 -9999
W R1-F +062104.255 -0744948.260 26-OCT-99 20:19:11 -9999
W R2-P +062824.906 -0744900.090 26-OCT-99 20:19:11 -9999
W R2-F +062104.325 -0744859.460 26-OCT-99 20:19:11 -9999

```

Fig. 7 - Entrada de *software* de comunicaciones de GPS (Garmin PCX5)

La aplicación ha permitido automatizar el flujo de información entre el *software* de conversión (paquete comercial) y el *software* de comunicación al GPS (Garmin PCX5). De esta manera es posible hacer cambios rápidos en los planes de vuelo. Con la incorporación de la herramientas de traducción (Falcon Translator) y generación de planes de vuelo (Falcon Flyplan) se logró optimizar el proceso completo de planeación de rutas de vuelo y traslado de información al sistema de navegación (GPS). Asimismo se redujo el tiempo de proceso, se incrementó la precisión reduciendo los errores por la intervención humana y se hizo posible almacenar los registros de vuelos realizados.

7. Módulo de exportación

Por razones operativas Aeroestudios, prefiere editar sus planos en MicroStation, mientras que por razones comerciales, debe entregar los resultados en AutoCAD. Ante la insuficiencia de la exportación – importación entre MicroStation y AutoCAD se decidió implementar una herramienta de ayuda. El proceso de exportación Falcon entre modeladores consiste en generar en el modelador A un archivo adicional que registra el formato de entidades que pueda ser leído y editado. En términos generales cualquier modelador debería compartir datos con otro bidireccionalmente mediante un archivo neutro (Fig. 2). El problema que se presenta es que los datos generados por el exportador incluido en el modelador A no son recuperados e interpretados fielmente por el importador del modelador de destino B. Cuando se exportan archivos de un modelador a otro (MicroStation a AutoCAD para nuestro caso) ocurren cambios impredecibles en los atributos y tipos de entidades. Esto hace que la información que se obtiene después de la exportación no corresponda exactamente a la original. Dicho problema lo enfrentan todos los usuarios que trabajen con más de un paquete CAD. Hasta el momento no existe una herramienta que puede hacer una exportación completa entre los dos modeladores del caso de estudio. El uso básico del exportador embebido en MicroStation, presenta los siguientes problemas:

1. Los colores de MicroStation llegan a AutoCAD modificados (la representación interna de la tabla de colores en ambos modeladores es diferente). Este problema no es mostrado en la figura.
2. Los tipos de línea personalizados de MicroStation llegan fragmentados a AutoCAD o no existe equivalencia de tipos de línea, por lo cual AutoCAD interpreta el tipo de línea como un conjunto de entidades fragmentadas. Se puede apreciar en la Fig. 8 que la línea continua *Tree_line* en MicroStation (celda A) es interpretada en AutoCAD como un conjunto de arcos fraccionado (celda A'). Así mismo puede verse en la misma figura el hecho de que AutoCAD no encuentra representación para el tipo de línea mostrado en la celda B y simplemente lo interpreta como una entidad continua (celda B'). El mismo caso se muestra en las celdas C y C'.
3. Para los tipos de línea estándar en MicroStation las escalas llegan modificadas a AutoCAD. Quiere decir que MicroStation no exporta la información concerniente al *lt_scale* dado que en AutoCAD este depende de la rata

de aumento con la cual se este trabajando la vista. Este problema se puede apreciar en las celdas D y D' de la Fig. 8.

Como filosofía de solución se escogió acompañar el archivo DWG de exportación estándar (MicroStation – AutoCAD) con un inventario de los atributos de las entidades que no eran expresables por dicha exportación. Este archivo actúa como complemento de las utilidades de exportación/importación de los paquetes CAD.

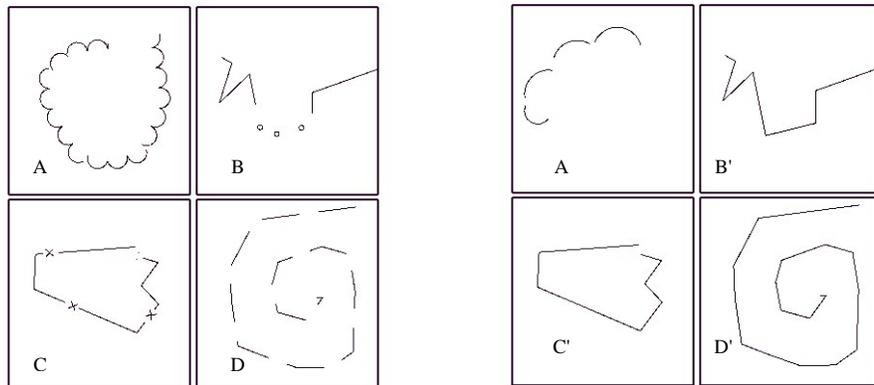


Fig. 8 - Atributos MicroStation e Interpretación AutoCAD

La herramienta desarrollada posee 2 módulos (Fig. 9):

1. Módulo de exportación para MicroStation (Fig. 10) : Esta herramienta realiza una revisión completa del plano a exportar e identifica las entidades problema. Las propiedades de las entidades problema son reportadas a un archivo y luego son cambiadas momentáneamente a entidades “planas” para ser exportadas con la herramienta estándar de MicroStation. El archivo DGN esta intacto y aparecen dos archivos, un DWG conteniendo la imagen del DGN y un archivo acompañante DAT (de texto) conteniendo las propiedades de las entidades organizadas por nivel.

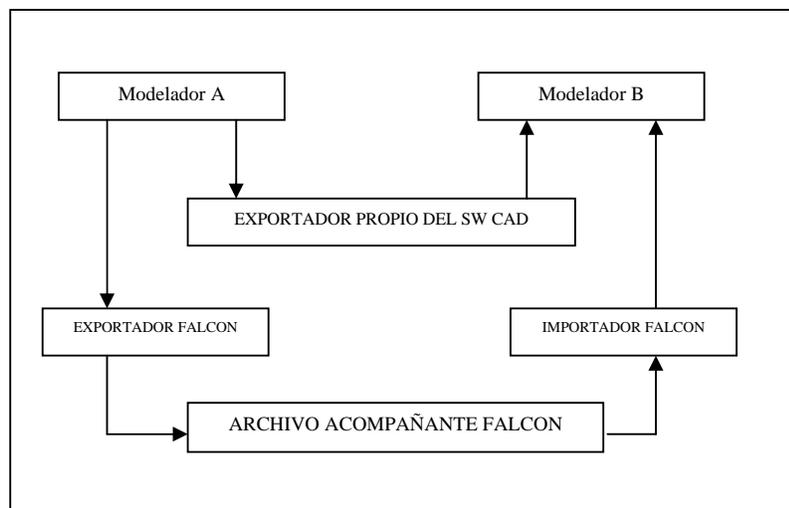


Fig. 9 - Metodología de exportación – importación Falcon

2. Módulo de recuperación para AutoCAD : al Abrir el plano en AutoCAD, este segundo módulo aplica las propiedades reportadas a las entidades planas que fueron exportadas para obtener un archivo correcto, este proceso se desarrolla leyendo el archivo acompañante. Ambos procesos descritos pueden verse en la Fig. 11.

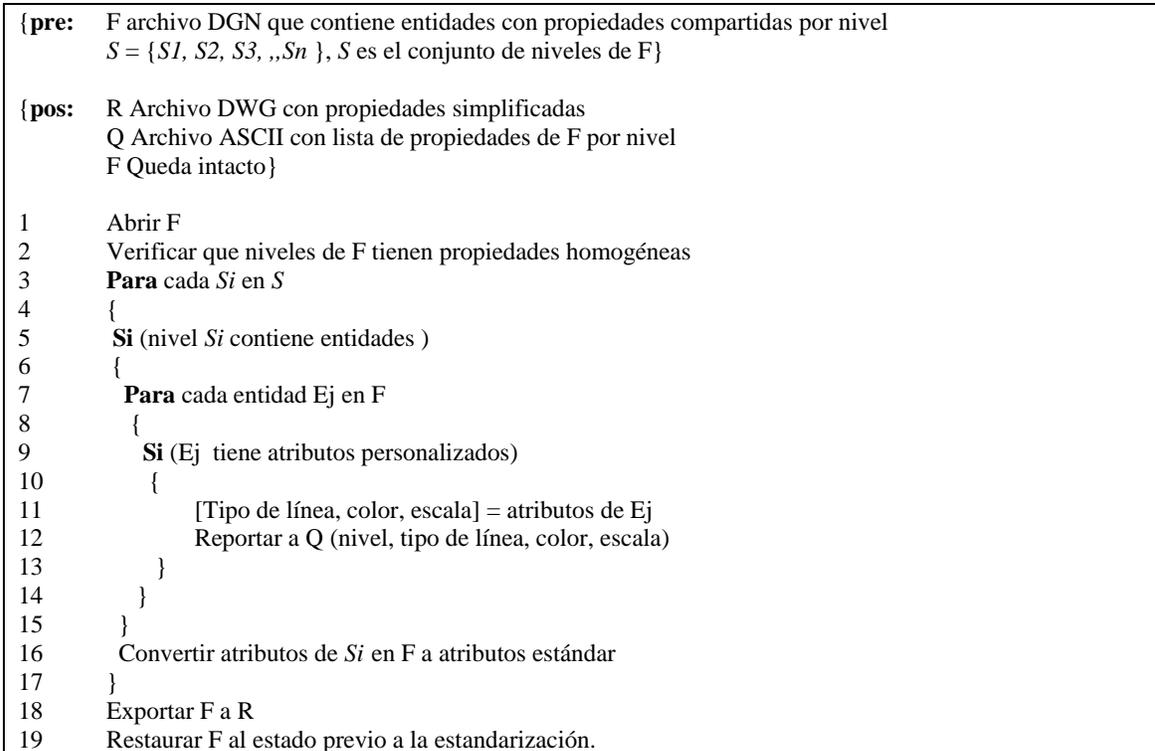


Fig. 10 - Macro algoritmo de exportación

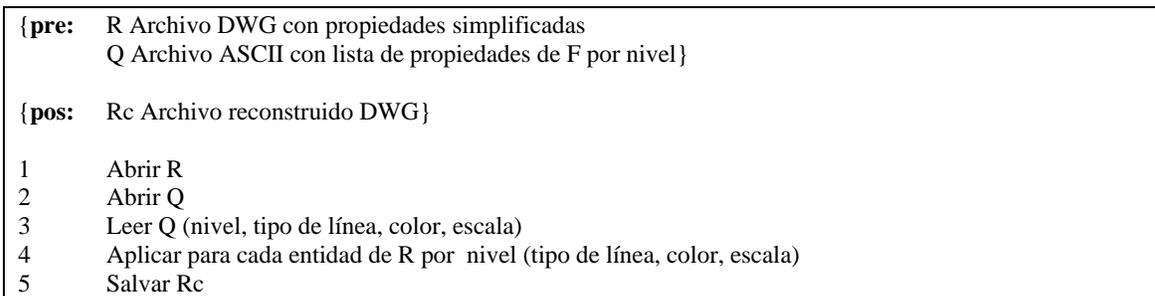


Fig. 11 - Macro algoritmo de importación

Una aplicación complementaria a la herramienta de exportación existente en MicroStation fue desarrollada. Para simplificar el problema, las entidades del archivo original están organizadas por niveles y comparten las propiedades de (i) tipo de línea, (ii) color y (iii) escala. Esta suposición sigue la filosofía del uso de niveles, los cuales existen primordialmente para agrupar las entidades con atributos comunes.

8. Resultados

Al finalizar el proyecto FALCON (Photogrammetric and Landscape Computerized Navigation) se han mostrado resultados inesperados en cuanto a las necesidades tecnológicas de la empresa AeroEstudios Ltda. Al comenzar

el trabajo se pensó que la totalidad de las herramientas a desarrollar estaban plenamente definidas. Pero a lo largo del proyecto se encontró que existían una cantidad importante de herramientas que podían ser desarrolladas. Dicho desarrollo estaba condicionado por dos factores: (i) necesidades cambiantes del medio: el mercado y la normatividad que rige la actividad de aerofotogrametría son cambiantes en cortos periodos de tiempo. Por lo cual hay la necesidad de hacer desarrollos continuos para mantener la vigencia de las herramientas. (ii) nuevos desarrollos: cada vez que se hace un nuevo desarrollo aparece una nueva necesidad o se identifica una posible mejora de la herramienta desarrollada. Estos factores hacen que el proceso de desarrollo de aplicaciones deba ser continuo y dinámico.

Falcon ha permitido a la empresa AeroEstudios una importante mejora en todo el proceso aerofotogramétrico, aportando rapidez, optimización y control de todo el proceso, desde la toma de fotografías aéreas hasta el formateo final para entrega. Esta mejora en los procesos se dió gracias a un trabajo en tres aspectos fundamentales: (i) capacitación del personal en las tecnologías existentes en la empresa anteriores al proyecto, (ii) normalización y estandarización de procesos para aerofotogrametría, (iii) desarrollo de herramientas computacionales para aplicaciones específicas.

A diferencia de los *software* comerciales para aerofotogrametría las herramientas desarrolladas por el CII CAD / CAM / CG pueden correr sobre modeladores conocidos (AutoCAD y MicroStation), lo cual hace que las plataformas sean de muy amplia utilización, compatibilidad y menor precio que el del *software* especializado para aerofotogrametría. Esto da como resultado una excelente combinación de flexibilidad de las herramientas desarrolladas y las capacidades de plataformas ampliamente difundidas en el mercado.

Uno de los objetivos del CII CAD / CAM / CG es el desarrollo de aplicaciones portables a varios servidores CAD mediante la metodología AIS. Esta meta no siempre es alcanzable en su totalidad, ya que los distintos servidores CAD presentan diferencias operativas que hacen que algunas herramientas puedan ser fácilmente desarrollables en un determinado modelador, pero tengan un grado de complejidad mayor en otro o que la secuencia de operaciones cambie de modelador a modelador. Esto hace que no siempre se pueda alcanzar la meta de portabilidad completa del código. A pesar de estas diferencias técnicas en los modeladores, el código desarrollado durante el proyecto Falcon es portable en un alto grado entre los modeladores utilizados gracias a la metodología AIS.

Agradecimientos

La presente Investigación ha sido financiada por la Universidad EAFIT y Colciencias (Instituto Colombiano para la Ciencia y la Tecnología). Asimismo se agradece a la empresa AeroEstudios LTDA. su participación y permanente soporte en el proyecto. El Principal Investigador agradece a los Dr. Placid Ferreira del Large Scale Flexible Automation Lab de la Universidad de Illinois en Urbana – Champaign y Dr. Charles Wu de Ford Motor Company, quienes hicieron posibles las primeras implementaciones del estándar AIS (1995). Igualmente merecen mención los asistentes del CII – CAD / CAM / CG de la Universidad EAFIT, quienes desde 1996 han colaborado en implementar partes cada vez más ambiciosas del estándar AIS, fundamental para el presente proyecto.

Referencias

- [1] Arlinghaus, S.; "Practical Handbook of Digital Mapping: Terms and Concepts". CRC Press, 1994.
- [2] Bentley Systems Inc.; "MicroStation 95 User's guide". USA, 1998.
- [3] Clapp E., Cochran R., Petersen J.; "Improving IGES Exchanges" , Cadence, Vol 10 No 3, March 1995, pp. 51-60.

- [4] Engen. 1995, "Requirements meeting" , PDES Inc.
- [5] Environmental Systems Research Institute Inc. "Data Automation Kit. Users Guide",1996
- [6] Isaza, D.; Saldarriaga, J.; 7, "Interfaz AIS para AutoCAD R13" Proyecto de grado. Universidad EAFIT. Medellín,1997.
- [7] Mahoney D.; "All Eyes on CAD" , Computer Graphics World, Vol 22 No 5, (May 1999), pp. 39-44.
- [8] Posada, J.; "Intefaz AIS para MicroStation V5". Proyecto de grado. Universidad EAFIT. Medellín, 1997.
- [9] Ranyak, P; "Application Interface Specification (AIS), Version 2.1". Consortium for Advanced Manufacturing International (CAM-I). Integrity Systems, USA, 1994.
- [10] Rudolph D.; "DXF: Can You Get There From Here" , Cadence, Vol 10 No 3, (March 1995), pp. 37-49.
- [11] Ruiz, O.; Saldarriaga, J.; "An AIS Interface for Applications CAD / CAM / CG". Proceedings, EGRAF-97. I Iberoamerican Symposium on Graphic Expression, Oct 13-15, Camaguey, Cuba.
- [12] Ruiz, O.; Isaza, D.; "Fitting and Edition of Surfaces to Digitizations. An Application AIS Compatible". Proceedings, EGRAF-97. I Iberoamerican Symposium on Graphic Expression, Oct 13-15, 1997 Camaguey, Cuba.
- [13] Ruiz, O.; Henao, C.; "Modelaje Geométrico De Estructura Ósea". X Congreso Internacional de Ingeniería Grafica, June 3-5 1998, Málaga, Spain.
- [14] Ruiz, O.; "Herramientas automáticas de diagnostico y corrección para aerofotogrametría ". Proceedings, EGRAF-99. XI Congreso internacional de ingeniería gráfica, Logroño-Pamplona, 1999.
- [15] Trimble Navigation; "Limited. Differential GPS Explained" USA. 1993.