

Fotogrametría Digital

Tema 1 - Introducción

Prof. Dr. Jorge Delgado García
Dpto. Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría
Universidad de Jaén
jdelgado@ujaen.es



Fotogrametría Digital – Ingeniería en Geodesia y Cartografía



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Dpto. de Ingeniería Cartográfica,
Geodésica y Fotogrametría

Justificación:

En este tema se presenta una visión global de conjunto de la Fotogrametría Digital. Se analizan las principales ventajas e inconvenientes de este tipo de técnicas fotogramétricas frente a las que ya conoce el alumno, Fotogrametría Analógica y Fotogrametría Analítica.

Objetivos:

- Proporcionar al alumno una visión de conjunto de los aspectos conceptuales básicos de la Fotogrametría Digital, como por ejemplo, los términos fundamentales y el origen de la Fotogrametría Digital y las ventajas e inconvenientes derivadas de la utilización de imágenes digitales en Fotogrametría.
- Presentar la evolución histórica de la Fotogrametría Digital analizando en cada etapa, los desarrollos alcanzados y los factores claves que permitieron dichos avances.
- Proporcionar al alumno una visión global de las líneas actuales de investigación fundamentalmente en los aspectos de automatización del proceso cartográfico y de la generación de nuevos productos y aplicaciones.
- Analizar cuáles son las principales ventajas y los problemas para la implementación de las técnicas de Fotogrametría Digital en el proceso cartográfico, proporcionando al alumno los argumentos necesarios para la toma de decisiones en este tema.



Tema 1. Introducción.

1.1 Concepto de Fotogrametría Digital

1.2 La imagen digital. Ventajas e inconvenientes de la utilización de imágenes digitales en Fotogrametría

1.3 Evolución Histórica de la Fotogrametría Digital

 1.3.1 De la Fotogrametría Analógica a la Fotogrametría Digital

 1.3.2 El periodo de desarrollo conceptual (1955-1982)

 1.3.3 El periodo de diseño previo y las primeras realizaciones (1982-1988)

 1.3.4 El periodo de desarrollo del interfaz de usuario, la automatización y la especialización (1988-2000)

 1.3.5 El periodo de la Neo-Fotogrametría (2000-????)

1.4 Fundamentos y cuestiones abiertas

1.5 Fotogrametría Digital: Oportunidades y Potencial



Bibliografía

- Ackermann,F. (1991): Structural Changes in Photogrammetry. Proc. of the 43rd Photogrammetric Week at Stuttgart University, 9-14 September, pp.9-23.
- Ackermann,F. (1996): Digital Photogrammetry: Challenge and Potential. PE&RS, 62(6), Junio 1996,p.679.
- Farrow,J.E., Murray,K.J. (1992): Digital Photogrammetry - Options and Opportunities. 17th ISPRS Cong., Washington D.C., IAPRS, 29-B2.
- Gruen, A. (2008). Scientific-technological developments in photogrammetry and remote sensing between 2004 and 2008. En: Li, Z.; Chen, J. & Baltsavias, E. (eds.). Advances in Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences: 2008 ISPRS Congress Book. pp. 21-25.
- Leberl,F.W. (1991): The Promise of Softcopy Photogrammetry. En: Ebner et al.(eds). Digital Photogrammetric Systems. Ed. Wichmann. Karlsruhe.
- Saleh, R.A.; Scarpone, F.L.; Dahman, N.A. (1994): Softcopy Photogrammetric System Evaluation for Production Environment. En. ASPRS. Proceedings Mapping and Remote Sensing Tools for the 21st Century with feature emphasis on public/private interaction. 26-29 Agosto. Washington D.C. pp.211-222.
- Schenk,T. (1996): Current Status and Future Directions of Digital Photogrammetry: A Personal View. PE&RS, 62(6), p.682.



1.1 Concepto de Fotogrametría Digital

“la Fotogrametría como el arte, ciencia y tecnología de obtener información fidedigna de los objetos físicos y del medio ambiente mediante procesos de registro, medición e interpretación de imágenes fotográficas y de modelos de energía radiante electromagnética y otros fenómenos” (Manual of Photogrammetry, 4^a edición, 1980)

“Fotogrametría y Teledetección son las artes, ciencias y tecnologías de obtener información fiable sobre los objetos físicos y su entorno, mediante el proceso de registro, medida e interpretación de imágenes y representaciones digitales de patrones de energía obtenidos de sensores remotos (noncontact sensor systems)” (ISPRS, 1988)

FOTOGRAFÍA = TELEDETECCIÓN

Fotogrametría Digital como el arte, ciencia y técnica de obtener información fiable sobre los objetos físicos y su entorno mediante el proceso de registro, medida e interpretación de imágenes en formato digital.



Concepto de Imagen Digital

Es una función $F(x,y)$, donde x e y representan unas coordenadas y el valor $F(x,y)$, es proporcional a la transmitancia o reflectividad de la luz, que se reconoce visualmente por el nivel de color o gris de la misma en el punto considerado (x,y) .

Concepto de Digitalización

Es el proceso de obtención de imágenes digitales. Consiste en la descomposición de la imagen real en una matriz discreta de puntos de un determinado tamaño, tomando un valor denominado número o nivel digital, que puede representar información de diversa naturaleza, así puede ser proporcional a las características físicas del área (radiancia, reflectividad, transmisividad, emisividad, ...) o bien representar los valores resultantes de la manipulación de la información original mediante técnicas de análisis de imágenes.

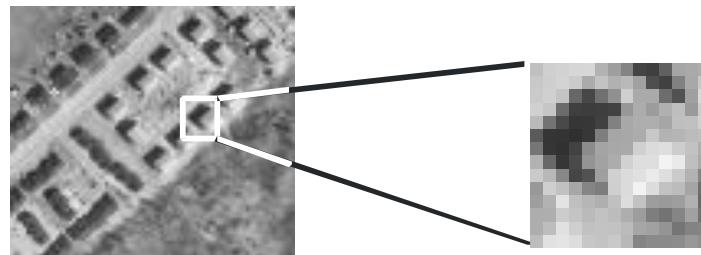
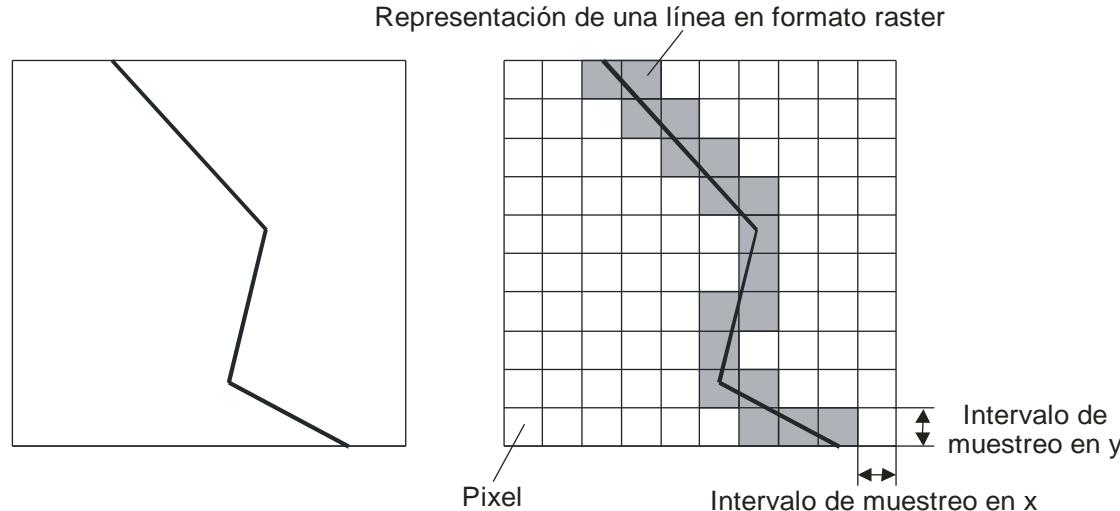
Los valores suelen venir representados utilizando un determinado rango de valores de tipo entero, por lo que el valor a representar debe ser acotado en una serie de k intervalos, de forma que el nivel digital de cada punto, quede dentro de un intervalo definido anteriormente.

Concepto de píxel (picture x element)

Es cada uno de los elementos de la matriz que forman la imagen digital y le corresponde uno o más valores digitales (número digital -ND-).



Concepto de imagen digital



192	207	210	214	215	...
200	206	211	203	...	
202	208	196	103	...	
208	198	108	...		
186	115	...			
90	...				
...					



Tipos de imágenes digitales

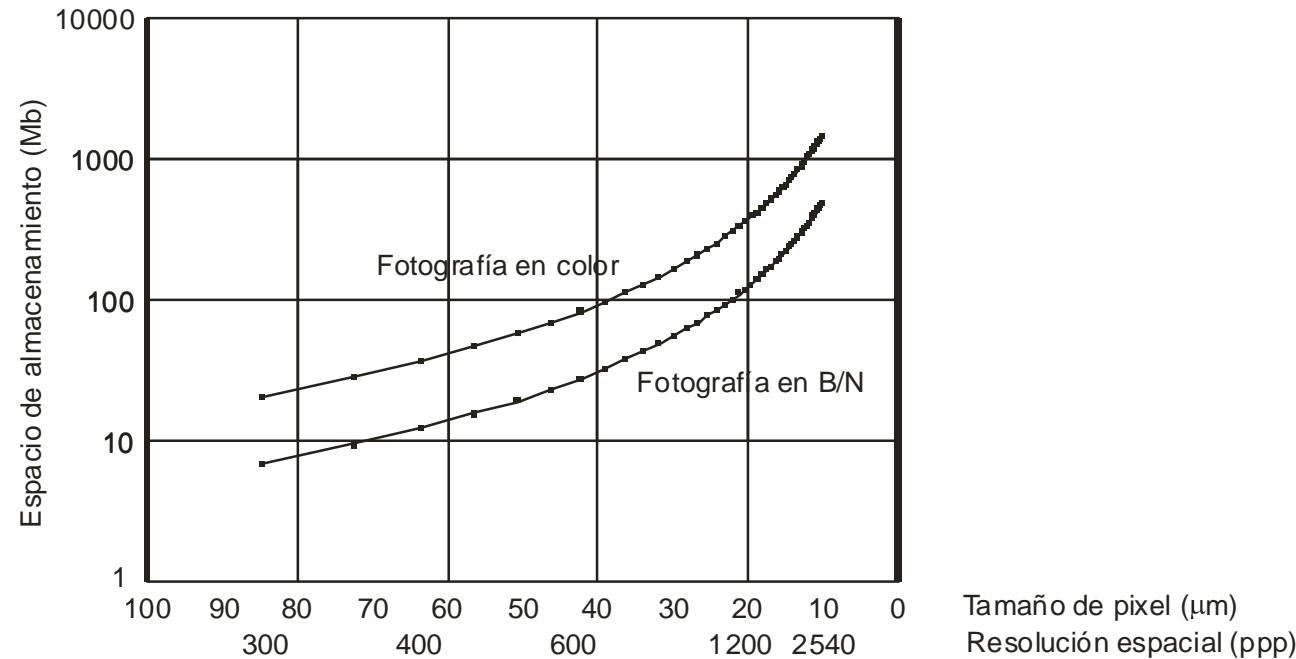
- Imágenes monocanal (1 banda):
 - Binarias (dos valores únicos 0 y 1) – Imágenes de 1 bit – . 8 píxeles/byte
 - Pancromáticas (niveles digitales entre 0 y 255) –Imágenes de 8 bits- . 1 byte/pixel
- Imágenes multicanal (más de 1 banda):
 - Imágenes en color real – 3 canales RGB/HSI ó 4 canales CMYK-. Imágenes de 16.7 millones de colores (24 bits = 8 bits * 3 canales). 3 bytes/pixel.
 - Imágenes multiespectrales –más de 3 canales. Típicas de sensores instalados en satélites.
 - Imágenes hiperespectrales –elevado número de canales. Típicas de sensores instalados en satélites o aerotransportados.

Calidad de la imagen digital

- Un factor fundamental es el tamaño del píxel empleado en la digitalización.
- Es importante buscar un equilibrio entre el tamaño del píxel y el volumen del archivo de la imagen digital.
- El tamaño de píxel proyectado sobre el terreno se conoce como GSD –ground sample distance- o surfel (surface x element)
- El GSD depende del tamaño de la digitalización y de la escala de la imagen.



Volumen de almacenamiento



Tamaño Pixel	Película		GSD (m)			
	B/N (8 bits)	Color (24 bits)	1/5000	1/18000	1/30000	1/60000
15 μm (1693ppp)	224Mb	673Mb	0.075	0.270	0.450	0.900
21 μm (1209ppp)	114Mb	343Mb	0.100	0.378	0.630	1.260



Ventajas e inconvenientes



- No presentan problemas de estabilidad
- No requieren manipulación física
- Fácil transmisión y duplicación
- Permiten mejora de la calidad visual
- Productos en formato digital
- Reducción coste de los equipos
- Posibilidad de captura remota
- AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO



- Necesidad de digitalización de las imágenes
- Problemas de almacenamiento
- Técnica en desarrollo



1.3 Evolución histórica de la Fotogrametría Digital

1.3.1 De la Fotogrametría Analógica a la Fotogrametría Digital

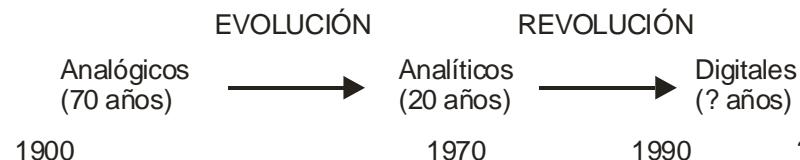
Fotogrametría Analógica: Resolución mediante procedimientos óptico-mecánicos

Fotogrametría Electrónica: Resolución mediante sistemas informáticos (cálculos analíticos)

Fotogrametría Analítica: Resolución informatizada de los cálculos fotogramétricos, utilizando como información de entrada las medidas realizadas sobre la fotografía. Esto permite una rápida obtención de la relación existente entre las medidas realizadas en la fotografía (en formato analógico) y las coordenadas terreno de los puntos, obteniendo simultáneamente los errores –residuos- de las transformaciones.

Fotogrametría Digital: Su característica fundamental es la aplicación de las técnicas de la Fotogrametría Analítica sobre las medidas efectuadas sobre las imágenes efectuadas. Permite una automatización del proceso muy importante así como la generación de nuevos productos (perspectivas realísticas, animaciones, ...)

"con las cámaras digitales y el procesamiento de imágenes digitales, la Fotogrametría trabajará en un entorno completamente diferente, caracterizado por diferentes equipos, técnicas, oportunidades y por una forma distinta de pensar" (Ackermann, 1991)



1.3.2 El periodo de desarrollo conceptual (1955-1982)

Rosenberg (1955): *"la Teoría de la Información es una guía y ayuda en el estudio, evaluación y desarrollo de métodos e instrumentos fotogramétricos, topográficos y cartográficos para la automatización electrónica de la elaboración de mapas"*

Un sistema de fotogrametría comprendería el registro electrónico o digitalización de las imágenes y su almacenamiento en una cinta magnética o bien en forma de onda modulada de radio. El análisis consiste en realizar comparaciones electrónicas, ajustes y fusiones para desarrollar procesos fotogramétricos tales como la orientación, rectificación, medida del relieve,...

"pasará mucho tiempo hasta que se alcance el nivel de una Fotogrametría Electrónica, completamente automatizada"

Helava (1958): Inventor del restituidor analítico.

Plantea la posibilidad de reemplazar al operador humano por un instrumento mecánico, un correlador electrónico (Hobrough, 1959) para automatizar el trazado de curvas de nivel. También Helava indica la posibilidad de extraer información mediante el tratamiento de imágenes empleando técnicas de digitalización electrónica y posterior impresión

Sharp et al. (1965): *Digital Automatic Map Compilation (DAMC)*- para el trazado de mapas topográficos y la producción de ortofotografías utilizando imágenes digitalizadas. Requiere un operador para la identificación estereoscópica, la medida precisa de puntos de control y la edición final del mapa utilizando la correlación de imágenes digitales para automatizar las medidas de paralaje. indican que el aspecto básico de este sistema es la calidad de la digitalización debido a que todos los procesos dependen de la misma.



1.3.2 El periodo de desarrollo conceptual (1955-1982)

Rosenfeld (1965): *"las imágenes del mundo real son tan complejas y tan variadas que no puede existir una aproximación estándar para la selección de medidas con el fin de la interpretación"*

Panton (1978): Crea la base para el desarrollo de lo que denominó algoritmos inteligentes de extracción de modelos digitales de terreno, de análisis de texturas, de extracción de elementos, de seguimiento de curvas de nivel y para la creación de estructuras de bases de datos simbólicas.

Sarjakoski (1981): Describe por primera vez un restituidor completamente digital con una unidad de procesamiento central, un interfaz para el operador y una serie de periféricos. Estos componentes tenían esencialmente la misma función que en los de los restituidores analíticos, pero con una diferencia esencial, las dos imágenes del modelo estereoscópico eran almacenadas en formato digital.

- No es necesaria una alta precisión de los componentes óptico mecánicos
- No es necesaria una calibración instrumental de forma regular
- Las imágenes digitales son estables y se pueden manejar sin operaciones manuales
- El modelo estereoscópico puede ser cambiado de forma rápida
- Se puede seleccionar la presentación óptima para la interpretación
- El proceso de restitución puede ser complementado con la correlación de imágenes digitales
- Se pueden realizar medidas estereoscópicas



1.3.3 El periodo de diseño previo y las primeras realizaciones (1982-1988)

Case (1982): Prototipo de un sistema fotogramétrico digital -*Digital Stereo Comparator Compiler (DSCC)*. Fue concebido como un restituidor analítico que aceptaba, como información de entrada, imágenes en formato digital registradas en una cinta magnética.

- Sistema de visión binocular electrónico
- Manivelas, pedales, ratón, teclas de función, ... para el control y selección de las opciones de trabajo
- Procesamiento de imágenes de gran tamaño (20000x20000 píxeles)
- Mediciones a escala del subpixel mediante el movimiento de la imagen manteniendo el cursor fijo
- Posibilidad de trazado de elementos en el área de visión mediante el cursor manteniendo la imagen fija
- Posibilidad del tratamiento previo de la imagen
- Correlación de la imagen para la elaboración de MDT
- Superposición de datos de forma mono o estereoscópica

1984: ISPRS Congress (Río de Janeiro). **Albertz y König (1984)** presentan un sistema de procesamiento digital de imágenes adaptado, presentando cambios en el hardware, la estereovisión y las posibilidades de control tridimensional. Albertz indica la necesidad de un operador, asistido por la correlación de imágenes para las labores de medida de paralaje.

Gugan y Dowman (1986): Características esenciales para un sistema fotogramétrico digital:

- a) digitalización en tiempo real del modelo en 3-D
- b) la visión estereoscópica
- c) la posibilidad de manejar volúmenes de imágenes grandes
- d) la precisión de medida a nivel del subpíxel



1.3.3 El periodo de diseño previo y las primeras realizaciones (1982-1988)

Grün (1986): Sistema único, flexible y universal. Conceptos de **hardcopy** y **softcopy photogrammetry**.

1984-88: Grupo de trabajo de la ISPRS sobre Sistemas Fotogramétrico Integrados

1988: ISPRS Congress (Kyoto, 1988), presentación de la **Kern DSP1**

Helava (1988): la interacción humana es una antítesis a la eficiencia, representando además un aumento en el coste del hardware (visualización, control,...). El diseño de un sistema fotogramétrico digital debe encaminarse a la automatización total, así señala que "*el principal mérito de la Fotogrametría Digital es su potencial para una eficiente automatización*". Helava investiga en detalle las posibilidades de automatización de los procesos fotogramétricos, con la conclusión de que desde la orientación y la triangulación aérea, a la generación de ortofotos y MDT pueden o podrían ser automatizados, con una única excepción, el reconocimiento de formas.



1.3.4 El periodo de desarrollo de interfaz usuario, la automatización y la especialización (1988-2000)

Sistemas de Fotogrametría Digital: "*un sistema de Fotogrametría Digital se define como un conjunto de software y hardware cuyo objetivo es la generación de productos fotogramétricos a partir de imágenes digitales mediante técnicas manuales y automatizadas*". (ISPRS II/III)

Helava (1991): los sistemas fotogramétricos digitales no deben ser considerados como nuevos tipos de restituidores analíticos, sino como un instrumento revolucionario. Permiten la creación de sistemas fotogramétricos transparentes al usuario.

Ackermann (1992) indica la necesidad de crear un sistema basándose en la precisión, la eficiencia, la fiabilidad y la universalidad, también hace hincapié en la fuerte convergencia entre la Fotogrametría y la Teledetección.

Ebner et al. (1992): El *software* compatible es un factor clave para permitir la utilización de *hardware* estándar y la necesidad de la existencia de "*cajas negras*" en las que se realicen los cálculos fotogramétricos de una forma transparente al usuario no experto.

Derenyi (1993): La democratización de la Fotogrametría es también una idea recogida por que propone el término "*desktop mapping*", para los usuarios que no son expertos en Fotogrametría o Cartografía.

Leberl (1992): indica las diferencias entre "*softcopy*" y "*hardcopy*". En este trabajo se encuentran ideas muy interesantes de la utilización de la Fotogrametría como una herramienta para el desarrollo, utilización y revisión de SIG, lo que él denomina "*democratización de la Fotogrametría*".



1.3.4 La Fotogrametría del s.XXI. La Neo-Fotogrametría (2000-)

En 2000 se presentaron las primeras cámaras digitales fotogramétricas comerciales, es decir, 12 años después del primer sistema fotogramétrico digital. Junto a estos sistemas han aparecido otros sensores de captura de información: LiDAR, SAR, GPS/INS, ...

Principales cambios:

- Importantes modificaciones en los sistemas de captura de imágenes (de las cámaras convencionales métricas a los sensores de imagen aéreos y terrestres).
- Sistemas informáticos de gran potencia para el almacenamiento y el tratamiento de la información fotogramétrica.
- Programas informáticos con una gran flexibilidad y sencillez de funcionamiento. Gran rendimiento. Sistemas universales para el tratamiento y visualización de información 3D.



1.3.4 La Fotogrametría del s.XXI. La Neo-Fotogrametría (2000-)

Imágenes satélite:

En los últimos 10 años, la resolución de las imágenes se ha multiplicado por 10.

Nuevos satélites: SPOT-5, Ikonos, Quickbird, EROS, Beijing-1, Cartosat 1 y 2, ALOS/PRISM, ROCSAT-2, KOMPSAT-2. ALOS/PALSAR, TerraSAR-X y RADARSAT-2.

La mayoría de los satélites incorporan información estereoscópica (fusión fotogrametría y teledetección)

Satélite Geoeye-1 (GSD=0.41 m) tamaño similar a una fotografía de escala media (1:30.000)

En 2011 están anunciados satélites con GSD=0.25m.



Imagen Geoeye-1 (GSD=0.5m)
del Aeropuerto de Puerto Príncipe (Haití)



1.3.4 La Fotogrametría del s.XXI. La Neo-Fotogrametría (2000-)

Imágenes aéreas:

En 2000 se presentan las primeras cámaras digitales fotogramétricas hoy 10 años después las cámaras digitales han sustituido totalmente a las cámaras de película.

¿Cuál es la precisión de las cámaras digitales?

¿Qué tipo de errores sistemáticos pueden incorporar?

¿Qué procedimientos de calibración es necesario utilizar y con qué frecuencia?

¿Cuáles son los aspectos a considerar en la integración de la información de posicionamiento GPS/INS?

¿Qué particularidades tienen los sensores lineales?

¿Cómo se pueden utilizar las imágenes para la obtención de información en tiempo real?

Los desarrollos continúan:

Leica ADS40, ADS80, RCD100, RCD105, ...

Vexcel Ultracam-D, Ultracam-X, Ultracam-Xp, Ultracam-L

Z/I DMC, RMK-D

Otros desarrollos de gran interés como, por ejemplo, Pictometry (<http://www.pictometry.com>).



1.3.4 La Fotogrametría del s.XXI. La Neo-Fotogrametría (2000-)

LiDAR:

Es otro de los sensores claves que han aparecido al final del s.XX y se está popularizando en nuestro país en los primeros años del s.XXI. Es un sistema para la captura masiva de nubes de puntos 3D.

Tiene importantes aplicaciones para la modelización 3D de ciudades, cartografía rápida de desastres naturales, cartografía de zonas forestales, etc.



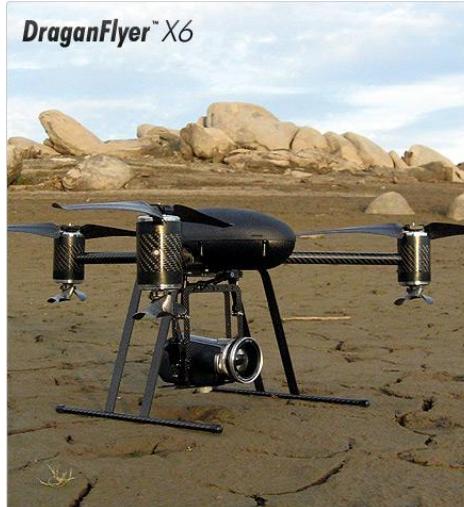
1.3.4 La Fotogrametría del s.XXI. La Neo-Fotogrametría (2000-)

UAV:

Es otro de los campos con mayor interés en la actualidad, el empleo de plataformas aerotransportadas no tripuladas (UAV). Que se utilizan para la captura de información geográfica (imagen) con imágenes verticales y oblicuas y con alturas de vuelo entre 50 y 400m.

Suelen incorporar sistemas de posicionamiento (GPS/INS) y de estabilización.

Se utilizan para cartografía de accidentes, para información mobiliaria, para patrimonio...



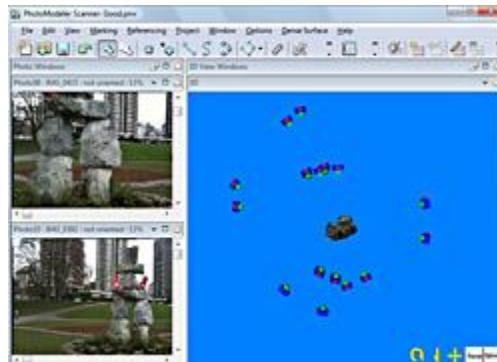
1.3.4 La Fotogrametría del s.XXI. La Neo-Fotogrametría (2000-)

Terrestre:

Existen muy diversos sistemas con muy diversas aplicaciones (industria, medica, patrimonio, animación, medioambiente, ...).

Gran avance en las cámaras amateur (12 Mpix) y cámaras profesionales (39 Mpix), teléfonos (5 Mpix), cámaras de alta velocidad con 1000x1000 píxeles con 5000 imágenes por segundo.

Integración con sistemas láser escáner terrestre.



1.3.4 La Fotogrametría del s.XXI. La Neo-Fotogrametría (2000-)

Neo-Fotogrametría: *Es un término acuñado por Leberl en el mismo sentido que el término Neo-Cartografía.*

Es la Fotogrametría que se plantea en el s.XXI que se puede considerar como la era digital

- Más de 1 mil millones de ordenadores portátiles en el mundo
- 40% de la población mundial con acceso a telefonía móvil
- 250.000.000 con conexión a Internet de banda ancha
- La época de la imagen digital (3.000 millones de imágenes en Flickr, 20% tráfico Internet en Youtube)
- La era de la información implica la necesidad de búsqueda

Uno de los portales más conocidos de Internet es Google (un portal de búsquedas), que pasó de búsquedas de texto a búsquedas de mapas (Google Maps) y a modelos 3D (Google Earth+Sketchup) utilizando ortos y MDE.

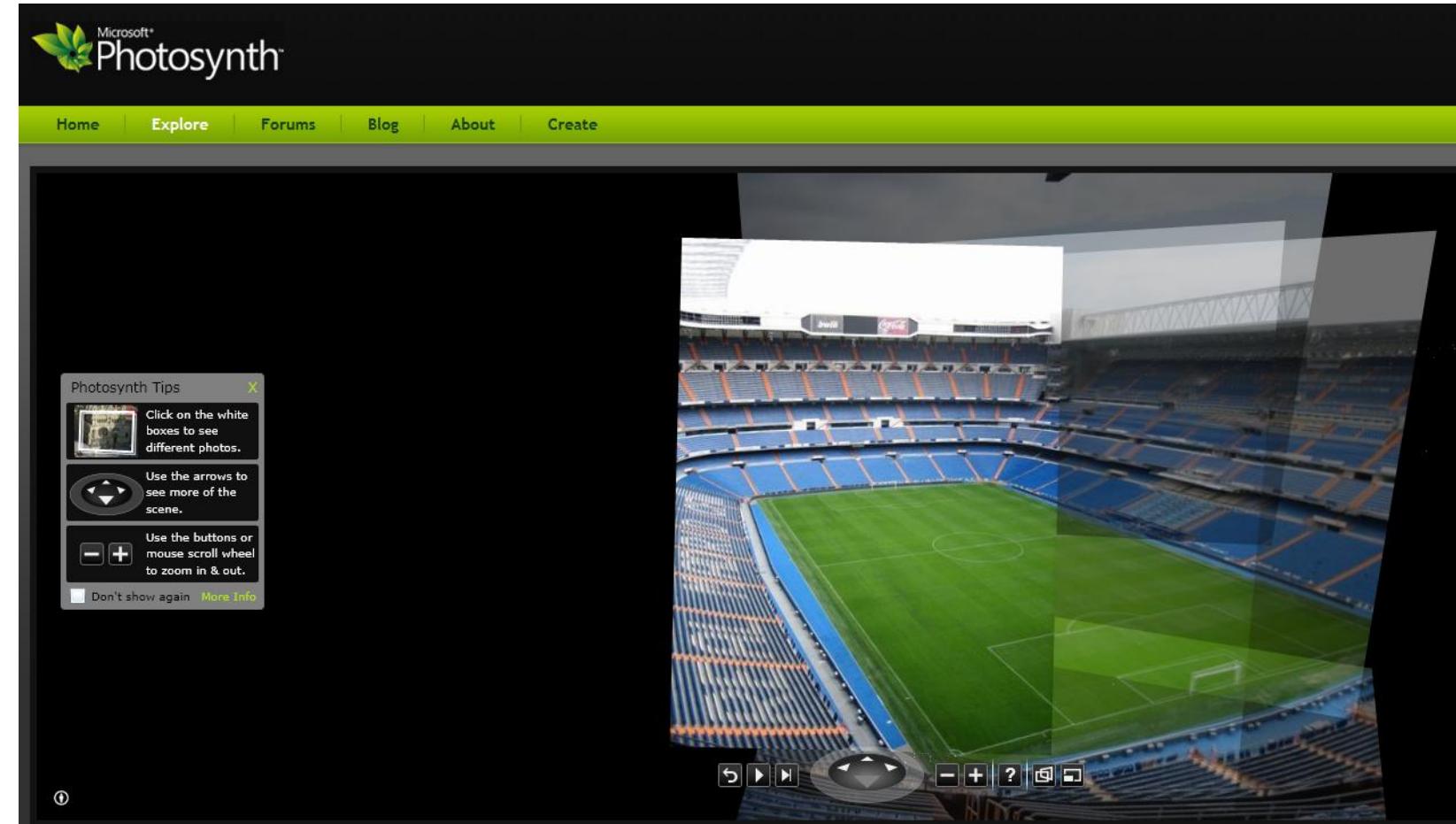
La necesidad de localización implica una necesidad de geoinformación que cada día es más empleada por usuarios de sistemas de navegación GPS y de sistemas de telefonía móvil con cámara de alta resolución.

La tendencia es la búsqueda del Internet de las cosas localizadas en el mundo, con precisiones de 10cm y representadas en 3D. Para ello es necesario el plantear otro modelo de adquisición de información pasando de un modelo generado por los usuarios (wiki-type urban models).

http://www.gisdevelopment.net/magazine/global/2010/February/22-Time-for-neo-photogrammetry_Franz-W-Leberl.htm

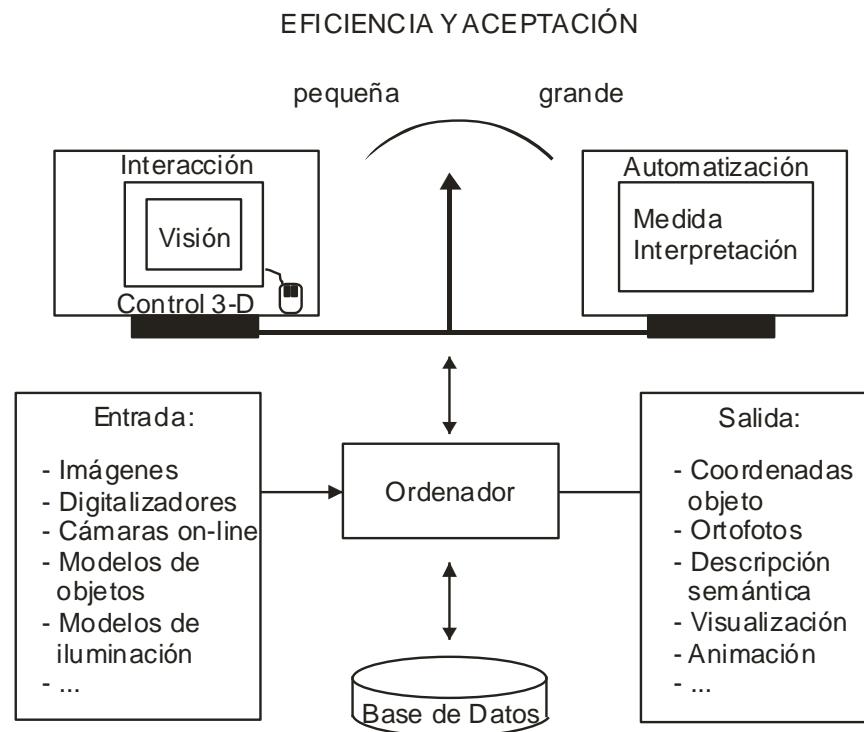


1.3.4 La Fotogrametría del s.XXI. La Neo-Fotogrametría (2000-)



1.4 Fundamentos y cuestiones pendientes

- Desarrollo del software: Entornos de usuarios.
- Dilema entre el sistema automatizado y el sistema controlado por el usuario de forma sencilla.



1.5 Oportunidades y potencial

1. La Fotogrametría Digital proporciona mayor nivel de rendimiento de la Fotogrametría Analógica y Analítica. Igualar los rendimientos no supone ninguna ventaja salvo que sean considerablemente más rápidos y más baratos.
2. La baza esencial de las nuevas tecnologías radica en la posibilidad de alcanzar mayor rendimiento y una mayor gama de productos que las técnicas existentes. El aspecto básico sería la automatización de los procesos (aerotriangulación, generación de MDE, ortofotografías, ...).
3. La intervención humana será necesaria durante algún tiempo. Aunque actualmente están automatizadas muchas tareas y además incorporan diversas herramientas de procesamiento de la imagen y edición facilitan los trabajos contribuyendo a un aumento de la rentabilidad del proceso cartográfico.
4. Son sistemas universales, lo que permite el tratamiento de imágenes de muy diversa procedencia en un sólo equipo, desde imágenes de rango cercano (cámaras digitales) hasta imágenes instaladas en plataformas espaciales (imágenes satélite).
5. Los sistemas fotogramétricos digitales son un elemento básico en los SIG 3D.
6. Es una técnica con un nivel de desarrollo e implementación considerable.
7. Rápida transición en los países más desarrollados.



1.5 Oportunidades y potencial

Los retos presentes de la Fotogrametría Digital en cuanto a I+D+i son (ISPRS, 2008):

- Nuevos sensores. Desarrollo de nuevos sensores y modelos de sensores. Análisis de potencialidad de los nuevos sensores. En particular, satélites de alta resolución y microsatélites, cámaras de matriz lineal y cámaras panorámicas y láser escáner.
- Integración de información de diferentes sensores. La combinación de sensores de imagen, con sensores de posicionamiento con otros tipos (láser, radar) constituyen uno de los aspectos de mayor interés en la actualidad.
- Sistemas de procesamiento on-line y en tiempo real. Utilizando para ello sistemas eficaces de transferencia de información y algoritmos optimizados.
- Modelización 3D. Se considera fundamental la transformación de los modelos 2.5D a 3D. Esto implica cambios en los procedimientos de medida, modelización de superficies, topologías y definición de los modelos de datos.
- Interpretación de la imagen. La automatización en las tareas de orientación y de extracción de elementos ha alcanzado un nivel aceptable. Los esfuerzos se deben centrar en la interpretación de la imagen a través de los procedimientos de IA.



1.5 Oportunidades y potencial

Campos de aplicación de interés:

- Fotogrametría en tiempo real
- Fotogrametría Industrial
- Fotogrametría para la conservación del patrimonio
- Modelización 3D: Videojuegos, Modelos 3D de ciudades, Google Earth, Microsoft Bing Maps)
- Nuevos sensores de alta resolución e integración de datos

Cuestiones:

- ¿Cómo es posible abordar el exceso de datos, en particular de imágenes y nubes de puntos? Los sistemas de procesamiento siempre tienen un desarrollo menor que los sistemas de captura.
- ¿Cómo puede afectar los sistemas más complejos a la producción? Es un error plantear que la Fotogrametría llegará a ser una «caja negra», siempre se van a necesitar técnicos especializados para trabajar. El reto de la formación es fundamental.
- ¿Cuál va a ser el papel de la Fotogrametría frente al de otras disciplinas afines con las que a veces se entra en conflicto?



Fotogrametría Digital

Tema 1 - Introducción

Prof. Dr. Jorge Delgado García
Dpto. Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría
Universidad de Jaén
jdelgado@ujaen.es

