



ARCHIVO DEL LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO

LABORATORY FOR THE GEOMETRIC DOCUMENTATION OF
HERITAGE'S ARCHIVE

Sección de carteles / Posters section


4

Información general / General information		
TITULO:	Ajuste radiométrico de texturas fotográficas en modelos virtuales y nubes de puntos de elementos patrimoniales / Radiometric balance of photographic textures in virtual models and point clouds of heritage elements	:TITLE
AUTORES:	Álvaro RODRÍGUEZ MIRANDA José Manuel VALLE MELÓN Ane LOPETEGI GALARRAGA	:AUTORS
FECHA:	septiembre 2007 / september 2007	:DATE
NUMERO:	LDGP_car_004	:NUMBER
IDIOMA:	español e inglés / Spanish and English	:LANGUAGE

Resumen	
TITULO:	Ajuste radiométrico de texturas fotográficas en modelos virtuales y nubes de puntos de elementos patrimoniales
RESUMEN:	<p>En la representación de elementos patrimoniales, se dispone de una gran variedad de productos gráficos que incorporan textura fotográfica, como las ortofotografías, los modelos virtuales o las nubes de puntos. La imagen fotográfica proporciona una gran ayuda visual a la interpretación de los objetos, así como un avance muy significativo en la propia documentación; sin embargo, las variaciones de iluminación que se producen entre tomas, afectan negativamente a la continuidad entre zonas adyacentes, lo que repercute en el aspecto estético, siendo necesario incorporar algoritmos de ajuste que permitan minimizar estas diferencias.</p> <p>Existen múltiples soluciones posibles ya que la utilidad posterior del resultado, los datos de partida disponibles y el proceso de trabajo pueden introducir variaciones considerables. En este caso, se ha desarrollado una metodología orientada a la mejora estética con fines a un análisis visual posterior frente a planteamientos que buscan conservar parámetros físicos con vista a estudios cualitativos. Al no contar con zonas de solape, los ajustes entre fotografías se calculan mediante parámetros estadísticos.</p>
DESCRIPTORES NATURALES:	fotografía, ajuste radiométrico, modelos virtuales, ortofotografías, nubes de puntos, patrimonio
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	(Procedentes del Tesouro UNESCO [http://databases.unesco.org/thessp/]) Fotografía, Infografía, Patrimonio Cultural

Abstract	
TITLE:	Radiometric balance of photographic textures in virtual models and point clouds of heritage elements
ABSTRACT:	<p>When facing the representation of heritage elements, there is at our disposal a wide range of graphical products which incorporate photographic texture, such as orthophotographs, virtual models or point clouds. Photographic image supplies which help in visual interpretation, just as a big progress on the documentation in itself. Nonetheless, the lighting changes among the pictures affect negatively the continuity between adjacent areas which has repercussion on the aesthetic appearance, therefore, techniques to reduce these differences must be introduced.</p> <p>There are several possible solutions according to the needs, the source data and the working process. In this case, the methodology aims at visual balancing rather than calculate real values, which are interesting in qualitative analysis. As there is no overlapping area the balance between pictures has to be done by means of statistical parameters.</p>
NATURAL KEYWORDS:	photography, radiometric balance, virtual models, orthophotographs, point clouds, heritage
CONTROLLED KEYWORDS:	(From the UNESCO's thesaurus [http://databases.unesco.org/thesaurus/]) Photography, Computer Graphics, Cultural Heritage

Publicación / Publication		
Comunicación en un congreso / Lecture in a congress		
NOMBRE:	7ª Semana Geomática	:NAME
LUGAR:	Barcelona (España) / Barcelona (Spain)	:PLACE
FECHA:	20 –23 septiembre 2007 / September 20 – 23 2007	:DATE
ACTAS:	No disponibles / not available	:PROCEEDINGS
FECHA:		:DATE
WEB:		:WEB
NOTAS:	Este cartel se corresponde con el artículo LDGP_art_017 donde se encuentra información más detallada / The paper related with this poster has the reference LDGP_art_017 and provided more detailed information about the topic (in Spanish)	:NOTES
Otro / Other		
DETALLES:		:DETAILS

Derechos / Rights		
AUTORES:	<p>Está permitido citar y extraer el texto, siempre que la fuente sea claramente identificada (respecto a la consideración de “no comercial” ver el apartado “otros derechos”). / Permission is granted to quote and take excerpts from this text, provided that the source of such material is fully acknowledged (for the “non commercial” label see below in “others rights”).</p> 	:AUTORS
EDITOR:	Los artículos correspondientes a los pósteres se recogieron en un CD con número de registro pero sin ninguna nota limitando derechos / Papers related with the posters were collected in a CD which had a register number but no note about rights of the content.	:PUBLISHER
OTROS:	Las imágenes y planos corresponden a proyectos de documentación realizados por encargo y, en consecuencia, su uso comercial puede infringir derechos de explotación de los promotores. / Pictures and plans come for the documentation of commissioned projects, therefore, their use for comercial purposes may be an infringement of the promoters rights.	:OTHERS

Renuncia de responsabilidad / Disclaimer		
DESCARGO:	El uso de la información contenida en este documento se hará bajo la completa responsabilidad del usuario. / The use of the information contained in this document will be under the exclusive responsibility of the user.	:DISCLAIMER

Estructura / Framework		
ID PERMANENTE:	http://addi.ehu.es/handle/10810/6215	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> • ldgp_car_004_ajradiometrico.pdf: (este documento) cartel / (this document) poster. • ldgp_art_017_ajradiometrico.pdf: artículo / paper. 	:FRAMEWORK

Cita completa recomendada / Recommended full citation

CITA:	RODRÍGUEZ MIRANDA, Álvaro. VALLE MELÓN, José Manuel. LOPETEGI GALARRAGA, Ane. Ajuste radiométrico de texturas fotográficas en modelos virtuales y nubes de puntos de elementos patrimoniales / Radiometric balance of phtographic textures in virtual models and point clouds of heritage elements. En 7ª Semana Geomática. Barcelona (España), 20 –23 septiembre 2007	:CITATION
-------	--	-----------

Ajuste radiométrico de texturas fotográficas en modelos virtuales y nubes de puntos de elementos patrimoniales

Álvaro Rodríguez Miranda (fgxromia@vc.ehu.es)
 José Manuel Valle Melón (jm.valle@ehu.es)
 Ane Lopetegui Galárraga (ane.lopetegui@ehu.es)



Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio
 (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea).
 web: <http://www.ldgp.es>

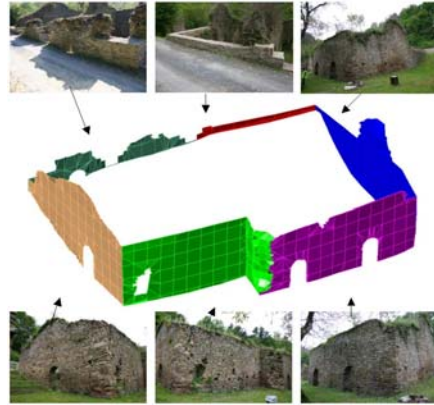


Introducción

En la representación de elementos patrimoniales, se dispone de una gran variedad de productos gráficos que incorporan textura fotográfica, como las ortofotografías, los modelos virtuales o las nubes de puntos. La imagen fotográfica proporciona una gran ayuda visual a la interpretación de los objetos, así como un avance muy significativo en la propia documentación; sin embargo, las variaciones de iluminación que se producen entre tomas, afectan negativamente a la continuidad entre zonas adyacentes, lo que repercute en el aspecto estético, siendo necesario incorporar algoritmos de ajuste que permitan minimizar estas diferencias.

Existen múltiples soluciones posibles ya que la utilidad posterior del resultado, los datos de partida disponibles y el proceso de trabajo pueden introducir variaciones considerables. En este caso, se ha desarrollado una metodología orientada a la mejora estética con fines a un análisis visual posterior frente a planteamientos que buscan conservar parámetros físicos con vista a estudios cualitativos. Al no contar con zonas de solape, los ajustes entre fotografías se calculan mediante parámetros estadísticos.

Organización de los Datos y Cálculo de Parámetros Estadísticos



La unidad de trabajo es la imagen fotográfica. Los elementos que componen el modelo virtual o la nube de puntos se separan en los conjuntos que son abarcados por cada imagen. A cada conjunto le corresponden unos parámetros estadísticos (medias y desviaciones típicas en los tres canales RGB). Es importante resaltar que estos valores deben calcularse utilizando sólo la parte significativa de las fotografías (perímetros en rojo en la figura inferior).

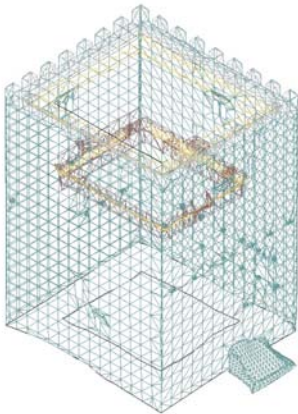
Mediante las medias y desviaciones típicas se puede establecer una relación para cada canal cromático entre los niveles digitales (N) de dos fotografías diferentes. En un primer paso se calculan los parámetros de todas las imágenes involucradas, posteriormente se modifican sus niveles digitales utilizando una serie de medias y desviaciones típicas como referencia.

$$\begin{cases} N_{R1} = M_{R1} + \frac{(N_{R2} - M_{R2}) \cdot \sigma_{R1}}{\sigma_{R2}} \\ N_{G1} = M_{G1} + \frac{(N_{G2} - M_{G2}) \cdot \sigma_{G1}}{\sigma_{G2}} \\ N_{B1} = M_{B1} + \frac{(N_{B2} - M_{B2}) \cdot \sigma_{B1}}{\sigma_{B2}} \end{cases}$$

Medias: M_{R1}, M_{G1}, M_{B1} desv.: $\sigma_{R1}, \sigma_{G1}, \sigma_{B1}$

Medias: M_{R2}, M_{G2}, M_{B2} desv.: $\sigma_{R2}, \sigma_{G2}, \sigma_{B2}$

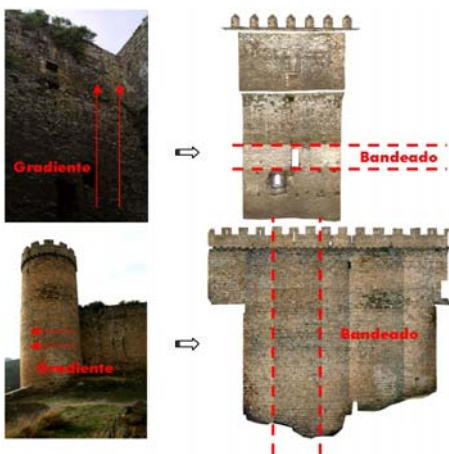
Iluminación Homogénea



En realidad, no se modifican las fotografías originales, ni es necesario definir los perímetros de forma manual. Al mismo tiempo que se van coloreando las mallas o puntos, previa orientación de las imágenes, se calculan los sumatorios de las zonas de la imagen que van siendo afectadas. Tras colorear todos los elementos de cada conjunto con la textura original, se calculan los parámetros estadísticos que pueden almacenarse en un fichero adjunto. En un proceso posterior, los conjuntos deben unirse en un único modelo, siendo en este paso cuando se modifica la radiometría de las texturas de los elementos de cada conjunto.

El resultado proporcionado suele ser bastante satisfactorio siempre que las condiciones de iluminación sean homogéneas para toda la zona, pero si existen diferencias apreciables surgen efectos de bandedo. Para su corrección calcularemos la diferencia que cada celdilla de la imagen tiene respecto a su media (el proceso debe repetirse para cada canal cromático), en una imagen con iluminación homogénea la distribución de estas diferencias en el sistema (fila, columna) será también homogénea pero en presencia de variaciones, los valores positivos y los negativos tenderán a acumularse en zonas separadas.

Corrección de Gradientes



Se calculan los parámetros (A,B,C) para cada canal cromático. En la siguiente expresión, que corresponde al canal rojo, los datos se presentan en forma de matricial ($Ax=I$). Cada celdilla aporta una ecuación que se incorpora a un sistema resoluble por mínimos cuadrados.

$$\begin{bmatrix} f & c & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_{B21} \\ B_{B21} \\ C_{B21} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_{B1} - M_{B1} - \frac{(N_{R2} - M_{R2}) \cdot \sigma_{R1}}{\sigma_{R2}} \end{bmatrix}$$

En realidad, no es necesario almacenar grandes matrices ya que, denominando como (s) al término de la derecha, se obtienen las siguientes matrices:

$$A^T A = \begin{bmatrix} \sum f^2 & \sum fc & \sum f \\ \sum fc & \sum c^2 & \sum c \\ \sum f & \sum c & n \end{bmatrix}, \quad A^T I = \begin{bmatrix} \sum fs \\ \sum cs \\ \sum s \end{bmatrix}$$



La distribución de las diferencias puede no adaptarse a un patrón lineal como el propuesto en la formulación anterior, en cuyo caso se puede intentar introducir polinomios superiores, otra alternativa consiste en distribuir las diferencias no sobre las coordenadas (fila, columna) de la imagen sino sobre el sistema (x,y,z) objeto.

$$\begin{cases} N_{R1} = M_{R1} + \frac{(N_{R2} - M_{R2}) \cdot \sigma_{R1}}{\sigma_{R2}} + A_{221}x^2 + B_{221}x + C_{221}z + D_{221} \\ N_{G1} = M_{G1} + \frac{(N_{G2} - M_{G2}) \cdot \sigma_{G1}}{\sigma_{G2}} + A_{221}x + B_{221}y + C_{221}z + D_{221} \\ N_{B1} = M_{B1} + \frac{(N_{B2} - M_{B2}) \cdot \sigma_{B1}}{\sigma_{B2}} + A_{221}x + B_{221}y + C_{221}z + D_{221} \end{cases}$$

Por otro lado, el sistema (x,y,z) puede resultar preferible frente a (fila, columna) con nubes de puntos, ya que las coordenadas tridimensionales son conocidas mientras que la posición sobre la imagen de cada punto debe ser calculada por proyección. Las matrices que se obtienen para su resolución por mínimos cuadrados son las siguientes:

$$A^T A = \begin{bmatrix} \sum x^2 & \sum xy & \sum xz & \sum x \\ \sum xy & \sum y^2 & \sum yz & \sum y \\ \sum xz & \sum yz & \sum z^2 & \sum z \\ \sum x & \sum y & \sum z & n \end{bmatrix}, \quad A^T I = \begin{bmatrix} \sum xs \\ \sum ys \\ \sum zs \\ \sum s \end{bmatrix}$$

Las diferencias respecto a las medias se modelan mediante un polinomio que, en su forma más simple, corresponde a un plano.

$$\begin{cases} N_{R1} = M_{R1} + \frac{(N_{R2} - M_{R2}) \cdot \sigma_{R1}}{\sigma_{R2}} + A_{221}f + B_{221}c + C_{221} \\ N_{G1} = M_{G1} + \frac{(N_{G2} - M_{G2}) \cdot \sigma_{G1}}{\sigma_{G2}} + A_{221}f + B_{221}c + C_{221} \\ N_{B1} = M_{B1} + \frac{(N_{B2} - M_{B2}) \cdot \sigma_{B1}}{\sigma_{B2}} + A_{221}f + B_{221}c + C_{221} \end{cases}$$



Radiometric balance of photographic textures in virtual models and point clouds of heritage elements

Álvaro Rodríguez Miranda (fgxromia@vc.ehu.es)
 José Manuel Valle Melón (jm.valle@ehu.es)
 Ane Lopetegui Galarraga (ane.lopetegui@ehu.es)



Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio
 (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea).
 web: <http://www.ldgp.es>



Introduction

When facing the representation of heritage elements, there is at our disposal a wide range of graphical products which incorporate photographic texture, such as orthophotographs, virtual models or point clouds. Photographic image supplies which help in visual interpretation, just as a big progress on the documentation in itself. Nonetheless, the lighting changes among the pictures affect negatively the continuity between adjacent areas which has repercussion on the aesthetic appearance, therefore, techniques to reduce these differences must be introduced.

There are several possible solutions according to the needs, the source data and the working process. In this case, the methodology aims at visual balancing rather than calculate real values, which are interesting in qualitative analysis. As there is no overlapping area the balance between pictures has to be done by means of statistical parameters.

Data Arrangement and Statistical Parameters

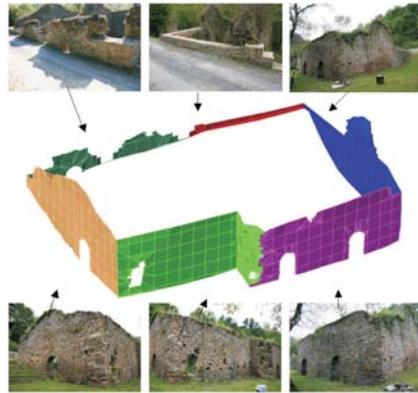


fig 1.- Linkage between the pictures and the geometric elements.

The picture represents the working unit. The elements of the virtual model or the points of the cloud are divided in the groups which are taken into each picture. Each group has got its statistical parameters (RGB means and variances). These values have to be calculated taking into account only the meaningful part of the pictures (red perimeters in figure 2).

These statistical values allow the conversion between the digital levels of two different pictures.

$$\begin{cases} N_{R1} = M_{R1} + \frac{(N_{R2} - M_{R2}) \cdot \sigma_{R1}}{\sigma_{R2}} \\ N_{V1} = M_{V1} + \frac{(N_{V2} - M_{V2}) \cdot \sigma_{V1}}{\sigma_{V2}} \\ N_{A1} = M_{A1} + \frac{(N_{A2} - M_{A2}) \cdot \sigma_{A1}}{\sigma_{A2}} \end{cases}$$



fig 2.- Statistical values of the pictures.

Homogeneous lighting

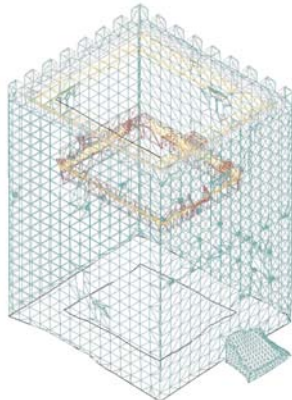


fig 3.- Meshes (left), texturized model (center) and the same model after the radiometric balance (right).

This process does not modify the original photographs, neither does the manual definition of the perimeters. At the same time, the meshes or the point clouds get their colour from the photographs (previously orientated), the summations of the areas of interest are computed. After colorize all the elements from each group (contained in each photograph), the statistical parameters are computed and stored in a separate file. In a second step, this groups will be gathered in a single model, we can seize this moment to modify the radiometry of the textures.

The result is usually satisfactory enough provided that the lighting condition are homogeneous for each image; however, if these differences exist some stripping effects can appear. In order to correct this undesirable effect, we can resort to compute the difference between the digital level of each pixel and the mean of the whole image (inside the region of interest), we repeat this for the three chromatic channels (RGB). In a homogeneously illuminated image the distribution of these differences along the rows and columns tend to be randomly, otherwise, positive and negative values will tend to accumulate in separate areas.

Gradient Correction

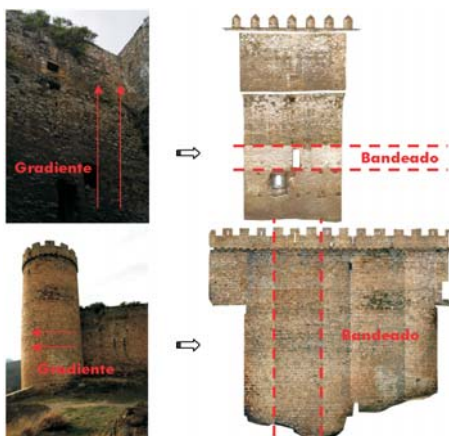


fig 4.- Stripping effect ("bandeado" in Spanish) in orthophotographs and cylindrical developments due to variable lightings.

Differences from the means are modelled with a polynomial which, in its simplest form, is a plane:

$$\begin{cases} N_{R1} = M_{R1} + \frac{(N_{R2} - M_{R2}) \cdot \sigma_{R1}}{\sigma_{R2}} + A_{R21}f + B_{R21}c + C_{R21} \\ N_{V1} = M_{V1} + \frac{(N_{V2} - M_{V2}) \cdot \sigma_{V1}}{\sigma_{V2}} + A_{V21}f + B_{V21}c + C_{V21} \\ N_{A1} = M_{A1} + \frac{(N_{A2} - M_{A2}) \cdot \sigma_{A1}}{\sigma_{A2}} + A_{A21}f + B_{A21}c + C_{A21} \end{cases}$$

Parameters (A,B,C) are computed for each chromatic channel. In the following expression, corresponding to the red channel, data are represented in matrix form ($Ax=b$). Each pixel add an equation to a system that can be solved by means squares.

$$\begin{bmatrix} f & c & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_{R21} \\ B_{R21} \\ C_{R21} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_{R1} - M_{R1} - \frac{(N_{R2} - M_{R2}) \cdot \sigma_{R1}}{\sigma_{R2}} \end{bmatrix}$$

Actually, it is not necessary to store bulky matrixes since, noting as (s) the right part, we can obtain the following identities:

$$A^T A = \begin{bmatrix} \sum f^2 & \sum fc & \sum f \\ \sum fc & \sum c^2 & \sum c \\ \sum f & \sum c & n \end{bmatrix}, \quad A^T b = \begin{bmatrix} \sum fs \\ \sum cs \\ \sum s \end{bmatrix}$$

The distribution of the differences might not be adapted to a lineal template, like the proposed above, in such a case we can resort to higher degree polynomials, another alternative is to try to model the differences in the object space (x,y,z) instead of the image space (row, column).

$$\begin{cases} N_{R1} = M_{R1} + \frac{(N_{R2} - M_{R2}) \cdot \sigma_{R1}}{\sigma_{R2}} + A_{R21}x + B_{R21}y + C_{R21}z + D_{R21} \\ N_{V1} = M_{V1} + \frac{(N_{V2} - M_{V2}) \cdot \sigma_{V1}}{\sigma_{V2}} + A_{V21}x + B_{V21}y + C_{V21}z + D_{V21} \\ N_{A1} = M_{A1} + \frac{(N_{A2} - M_{A2}) \cdot \sigma_{A1}}{\sigma_{A2}} + A_{A21}x + B_{A21}y + C_{A21}z + D_{A21} \end{cases}$$

On the other hand, the system (x,y,z) might be preferable with points clouds, because the 3D coordinates are known while the (row, column) coordinates have to be calculated by means of a projection. Obtained matrixes to its computation by means squares are the following ones:

$$A^T A = \begin{bmatrix} \sum x^2 & \sum xy & \sum xz & \sum x \\ \sum xy & \sum y^2 & \sum yz & \sum y \\ \sum xz & \sum yz & \sum z^2 & \sum z \\ \sum x & \sum y & \sum z & n \end{bmatrix}, \quad A^T b = \begin{bmatrix} \sum xs \\ \sum ys \\ \sum zs \\ \sum s \end{bmatrix}$$



fig 5.- Example of variable lighting with a non-linear template.



fig 6.- Point cloud before (left) and after (right) the radiometric balance with gradient.



LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO

Grupo de Investigación en Patrimonio Construido -GPAC- (UPV-EHU)

Aulario de las Nieves, edificio de Institutos Universitarias
C/ Nieves Cano 33, 01006 Vitoria-Gasteiz (España-Spain).
Tfno: +34 945 013222 / 013264
e-mail: jm.valle@ehu.es web: <http://www.ldgp.es>



UPV EHU