

CORRECCIÓN DEL VALOR DE G OBTENIDO A PARTIR DE UNA CÁMARA DIGITAL CONVENCIONAL DESINCRONIZADA

Estevez Santiago, Medrano Alberto, Muguero Florencia

santii_90@hotmail.com, jealmesa@hotmail.com, lamugui_92_flor@hotmail.com

FISICA EXPERIMENTAL I – FACULTAD DE CS. EXACTAS – UNICEN

Noviembre 2010

En este trabajo se midió de manera indirecta la simultaneidad conseguida por una cámara digital convencional SANYO VPC-S770 a través de la utilización de distintas metodologías.

Palabras Clave: Cámara digital, Sincronización.

Introducción

A través de una cámara digital convencional se tiene la posibilidad de obtener video con audio incluido. Para ello el propio instrumento sincroniza de manera automática ambas pistas, las cuales se obtienen de distintas maneras. Mientras que la pista de video se obtiene a través de la luz que entra por el diafragma y pasa por las lentes, el audio se obtiene por medio del micrófono, que contiene un sensor que capta las vibraciones en el aire que nosotros interpretamos como sonidos. Por otra parte, también sabemos que la imagen ocupa mucho más espacio en la tarjeta de memoria que el sonido, por lo que es posible que tarde más en almacenarse.

Una cámara de este tipo, en particular una Sanyo VPC-S770, se utilizó para filmar la caída de un cuerpo en el marco de un experimento para determinar el valor de la aceleración de la gravedad g . A partir de las pistas de audio e imagen de la grabación de video se determinó el tiempo de caída del objeto, el cual se utilizó para estimar el valor de g . Si ambas pistas no son guardadas de manera simultánea, es posible que los valores del tiempo de caída estén afectados de un error sistemático.

En este experimento se intenta determinar si las pistas de audio y video de la cámara Sanyo VPC-S770 son guardadas de manera sincrónica. La idea general de la experiencia consistió en determinar el retraso con el que son guardados en memoria la imagen y el sonido asociados a un evento muy rápido.

Detalles experimentales:

Para probar la sincronía de la cámara se usaron dos métodos distintos, en los cuales un evento originaba un cambio en la imagen y sonido de forma espontánea.

En la primera experiencia, se inflaron numerosos globos (tipo cotillón) y luego se pincharon con un alfiler, produciendo un estruendo en el momento del estallido. Dicho evento era documentado por la cámara, encontrándose ésta a la mínima distancia que permitiese el enfoque de todo el globo.

Luego, a través del software Adobe Premiere Pro 5.0 se analizó el video cuadro por cuadro para ver el instante justo en el que el globo reventaba (figura 1). El tiempo inicial obtenido de este modo estaría dado por el correspondiente al cuadro en el cual el globo ya ha explotado.



Figura 2: en las fotografías tomadas a partir del software Adobe Premiere se ve claramente en momento en el que el globo revienta y desaparece de la imagen instantáneamente.

De la misma forma, usando el software Cakewalk Sonar 6.0, se analizaron las pistas de audio para determinar en qué momento estallaba el globo, pero esta vez según el sonido (figura 2).



Figura 2: gráfico de la onda de sonido en la primer experiencia. En la figura superior se marca el pico que corresponde con el estallido del globo. En la figura inferior se ve la misma gráfica ampliada.

En la segunda experiencia realizada, se colocó sobre una mesa una tabla de madera con polvo de tiza encima. Dicha tabla era impactada fuertemente por un martillo, por lo que el polvo de tiza se levantaba de manera simultánea a que se produjera el ruido del impacto del martillo. Este fue el evento registrado por la cámara, la cual se colocó nuevamente a la distancia mínima.

Nuevamente por medio del software Adobe Premiere Pro 5.0 se extrajo el tiempo en el que el suceso ocurrió según las imágenes (figura 3), y por medio del software Cakewalk Sonar 6.0 se obtuvo el tiempo en que ocurrió según el sonido (figura 4). Nuevamente, el instante inicial es tomando del cuadro en el cual la tiza ya se encuentra en movimiento.

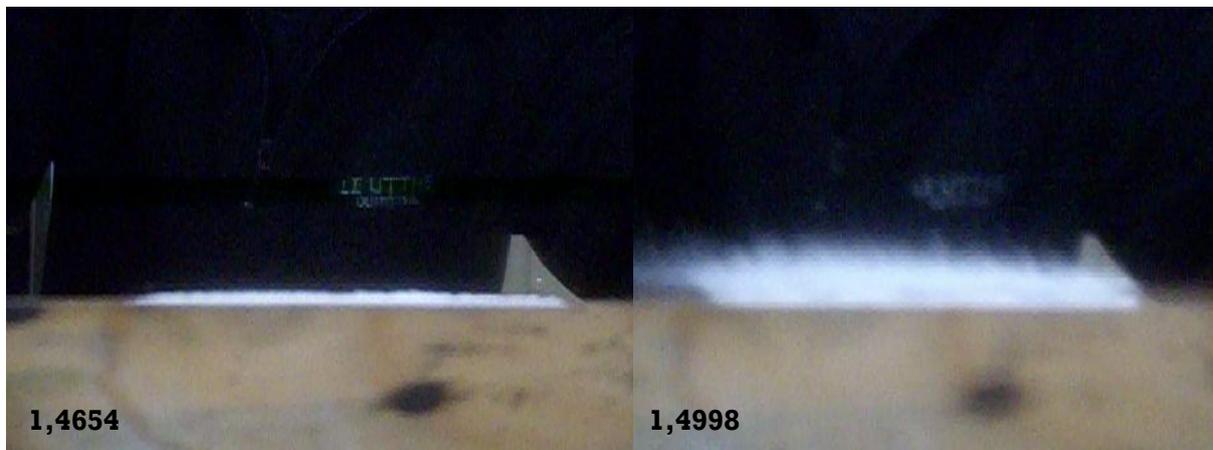


Figura 3: en las imágenes anteriores se ve claramente el momento en el que impacta el martillo contra la superficie de madera, provocando que el polvo de tiza se desprenda de la superficie.

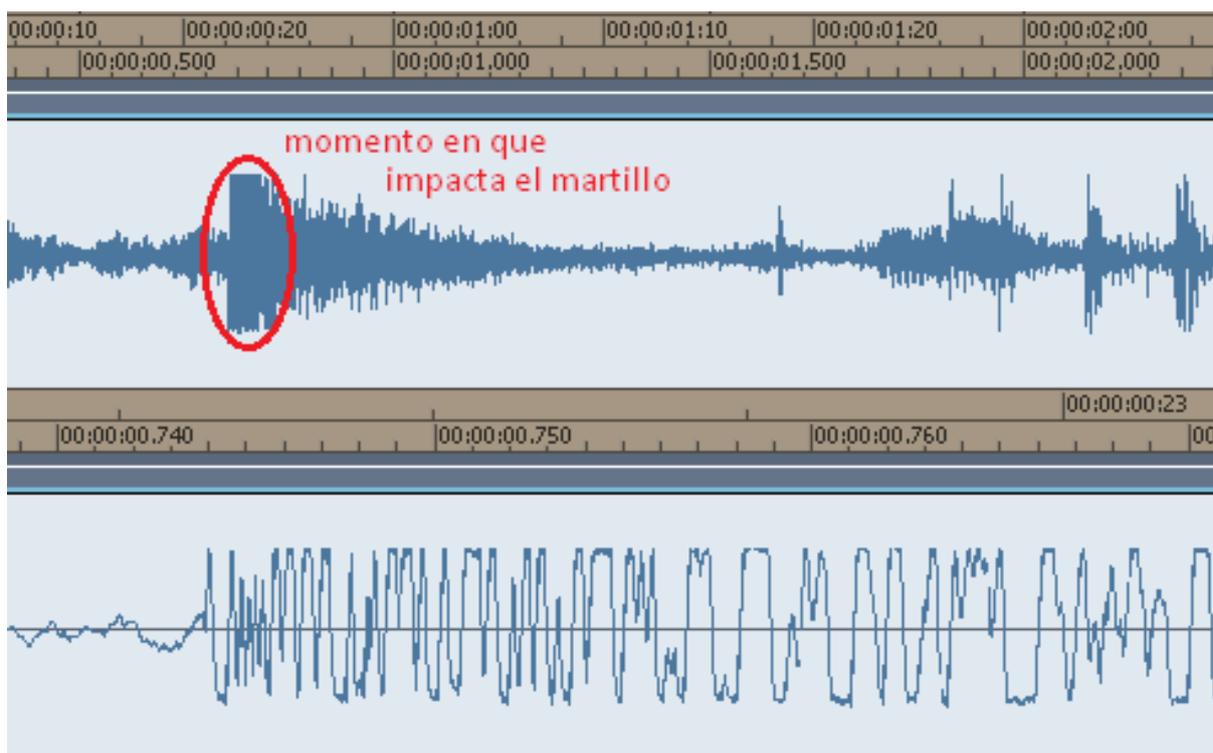


Figura 4: gráfico de la onda de sonido en la segunda experiencia. En la figura superior se marca el pico que corresponde con golpe del martillo. En la figura inferior se ve la misma gráfica ampliada.

Ambas experiencias se repitieron un total de 20 veces.

La incertidumbre asociada a la determinación del instante de ocurrencia del evento según la pista de imagen y la de sonido son:

$$\Delta t_{\text{imagen}} = 0.0346 \text{ s (tiempo transcurrido entre cuadro y cuadro)}$$

$$\Delta t_{\text{sonido}} = 0.001 \text{ s (resolución con la que se determina visualmente el instante donde comienza el evento a partir de la pista de sonido)}$$

Cabe destacar que los valores obtenidos con las imágenes tienen una incertidumbre en un solo sentido, es decir:

$$t_{\text{imagen}} - 0,0346 \text{ s} \leq t_{\text{real}} \leq t_{\text{imagen}}$$

Para obtener una expresión simétrica de la incertidumbre de tipo instrumental tomamos como instante inicial el tiempo:

$$t_{\text{imagen}} - \frac{0,0346 \text{ s.}}{2} \leq t_{\text{real}} \leq t_{\text{imagen}} + \frac{0,0346 \text{ s.}}{2}$$

$$t_{\text{imagen}}' = t_{\text{imagen}} - \Delta t_{\text{imagen}} \quad (1)$$

Si llamamos t al tiempo asociado a la falta de sincronía entre las pistas de audio e imagen, obtendremos:

$$t = t_{\text{imagen}}' - t_{\text{sonido}}$$

Y su incertidumbre estaría dada por:

$$\Delta t = \Delta t_{\text{imagen}} + \Delta t_{\text{sonido}}$$

$$\Delta t = 0.018 \text{ s}$$

Resultados

Una vez realizadas las mediciones, se extrajeron los tiempos en que ocurrieron los eventos según imagen y sonido. Después se corrigieron los tiempos obtenidos por la imagen de acuerdo a la ecuación (1), para obtener la diferencia por cada una de las mediciones. En la Tabla 1 se muestran los tiempos obtenidos (ya corregidos) y las diferencias.

Numero de medición	Globo			Tiza		
	t _{imagen} [s]	t _{sonido} [s]	t [s]	t _{imagen} [s]	t _{sonido} [s]	t [s]
1	2,8787	2,814	0,0647	2,3277	2,293	0,0347
2	3,0857	3,069	0,0167	1,1897	1,157	0,0327
3	1,3957	1,356	0,0397	0,6377	0,584	0,0537
4	2,9487	2,914	0,0347	0,9477	0,914	0,0337
5	1,4657	1,415	0,0507	0,8097	0,745	0,0647
6	2,9482	2,891	0,0572	0,8787	0,837	0,0417
7	1,8097	1,749	0,0607	0,7417	0,700	0,0417
8	1,1207	1,074	0,0467	0,5344	0,496	0,0384
9	1,4309	1,387	0,0439	1,3620	1,316	0,0460
10	1,4657	1,447	0,0187	0,5689	0,528	0,0409
11	1,6550	1,595	0,0600	1,3620	1,311	0,0510
12	2,5687	2,527	0,0417	1,0516	1,020	0,0316
13	1,7407	1,670	0,0707	1,1206	1,085	0,0356
14	2,9827	2,966	0,0167	1,3620	1,320	0,0420
15	1,1547	1,101	0,0537	1,4654	1,431	0,0344
16	1,2927	1,255	0,0377	0,7758	0,742	0,0338
17	1,5347	1,506	0,0287	0,7068	0,671	0,0358
18	3,6717	3,633	0,0387	0,7068	0,832	0,0358
19	0,5687	0,499	0,0697	0,8792	0,764	0,0472
20	1,4657	1,407	0,0587	0,8102	0,667	0,0463

Tabla 1: Tiempos según imagen y sonido, y sus diferencias

A partir de los datos obtenidos se calculó la media y la desviación estándar. La incertidumbre total u_α de la experiencia estaría dada por la ecuación:

$$u_\alpha = z_\alpha \sqrt{u_i^2 + \left(\frac{S_{n-1}}{\sqrt{n}}\right)^2}$$

Donde z_α es el coeficiente que nos otorga un 95% de nivel de confianza, u_i es la incertidumbre instrumental, y S_{n-1} es la desviación estándar.

Por lo tanto la diferencia de sincronización es de:

$$t(0.95) = (0.04 \pm 0.03) s$$

Análisis

Luego de analizar los datos obtenidos a partir de las mediciones pudo establecerse que en grabaciones de video realizadas con la cámara Sanyo VPC-S770 la pista de video se atrasa (0.04 ± 0.03) segundos con respecto a la de sonido, a partir de estos resultados podemos deducir que los eventos elegidos para testear la cámara fueron validos, ya que demostraron que existe un error como anteriormente se había supuesto.

De cualquier manera, el error relativo producido por la visualización cuadro por cuadro es del 75% y produce una gran incerteza para el valor de sincronización obtenido. Este valor no es posible reducirlo ya que la cámara graba a 29 cuadros por segundo y la diferencia de sincronización obtenida es muy cercana a la diferencia entre un cuadro y otro.

En cuanto al valor obtenido para la gravedad en la experiencia anterior¹, una vez que se le aplicaron las correcciones por la sincronización se obtuvo un valor de ($9,9 \pm 0,7$) m/s^2 , el cual se aproxima al valor de referencia obtenido por métodos más precisos.

Conclusiones

Esta experiencia fue realizada con el fin de corroborar si existe algún error de sincronización en una cámara digital, el cual puede ocasionar problemas al medir diferentes variables con ella, como puede serlo el valor de la aceleración de la gravedad. Finalmente pudimos obtener como error de sincronización de la cámara el valor de (0.04 ± 0.03) segundos. Éste, si bien no es del todo preciso, y lleva consigo una incertidumbre relativa del 75%, sirve para corregir en cierta medida las distintas variables que se puedan obtener, como el valor de la gravedad conseguido en la experiencia anterior, donde se obtuvo ($10,6 \pm 0,7$) m/s^2 y una vez corregido se llevo a ($9,9 \pm 0,7$) m/s^2 .

Referencias

¹“Medición del valor de la gravedad a través de una cámara digital convencional”, Estevez Santiago, Medrano Alberto, Muguero Florencia, Física Experimental I, Octubre 2010.