

## Trabajo Práctico 2

### 1. Motivación

La fotoplestismografía es la medición de los cambios de volumen de un órgano mediante medios ópticos. Un ejemplo habitual es el oxímetro que ilumina la piel (por ej., de un dedo) y, a partir de una medición de la luz absorbida (normalmente en el infrarrojo), determina cambios en el volumen de la sangre. El oxímetro, al utilizar ciertas longitudes de onda particulares, es capaz de monitorear el nivel de saturación de oxígeno en la sangre (la absorción depende de dicho nivel).

El mismo principio puede usarse para estimar cambios de volumen de sangre en la piel de otras regiones del cuerpo a partir, por ej., de videos (véase, por ej., [1, 2]).

Dado que se ha hecho común el uso de teléfonos celulares, una posibilidad es basar la fotoplestiomografía alrededor de los mismos: una de las cámaras del teléfono se puede utilizar para tomar videos que pueden ser procesados en el mismo dispositivo (ver, por ej., [3, 4, 5, 6, 7, 8]).

### 2. Resumen

Este trabajo práctico consiste, esencialmente, en la determinación de la frecuencia cardíaca a partir de videos de 20-30 segundos tomados con un teléfono, tablet u otro dispositivo móvil. Los videos capturarán la punta de un dedo iluminado con el LED del dispositivo. La determinación de la frecuencia cardíaca se hará sobre la base del espectro del valor medio de los píxeles en una región de cada trama. En clase se hará una simple demostración y explicación del método propuesto.

Para el procesamiento de los videos (fundamentalmente, lectura de las tramas), pueden usar cualquier biblioteca de su preferencia. Es obligatorio, sin embargo, que presenten su propia implementación de la transformada rápida de Fourier para la estimación del espectro.

Algunas preguntas que pueden hacerse e intentar responder:

1. ¿Cuál es la exactitud de las frecuencias cardíacas obtenidas? Se puede comparar con otro método de obtención, por ej., simple cuenta de pulsaciones por minuto sobre una de las muñecas.
2. ¿Cómo varían los resultados de acuerdo al canal de color utilizado? (por ej: Rojo, Verde o Azul, si los videos se analizan en RGB).
3. ¿Cómo varían los resultados de acuerdo al tamaño o la localización de la región de interés utilizadas?
4. ¿Cómo cambian los resultados si se apaga el LED?
5. ¿Cómo cambian los resultados si se utilizan distintos tiempos de análisis (5, 10, 20, 30, 60 s)?
6. ¿Es conveniente filtrar la señal? ¿Filtro pasabanda?

En la literatura médica es común el uso del coeficiente de determinación  $R^2$  de Pearson y de gráficos de Bland-Altman para evaluar cómo se relacionan distintas formas de medir un mismo parámetro. Se sugiere, por tanto, utilizar estas herramientas al intentar contestar algunas de estas preguntas.

También invitamos a extender el trabajo utilizando métodos distintos de determinar la frecuencia cardíaca. Por ej., pueden no estar basados en el valor medio de los píxeles en una región o, por ej., no utilizarse la filmación de un dedo con iluminación LED, sino el video de alguna otra parte del cuerpo (por ej., una región de la cara).

### 3. Entregables

1. Código fuente del sistema.
2. Informe que detalle el sistema implementado.
3. Presentación de 10 minutos para **vender** su solución. La presentación puede incluir videos, demostraciones en vivo, folletería, etc.
4. Luego de la presentación, les haremos preguntas sobre detalles de su solución y sobre temas relacionados con el contenido de la materia. Estas preguntas nos permitirán evaluarlos individualmente sobre el manejo de los conceptos del curso.

### Referencias

- [1] X. Li, J. Chen, G. Zhao, and M. Pietikäinen. Remote heart rate measurement from face videos under realistic situations. In *2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pages 4264–4271, June 2014.
- [2] Y. P. Yu, B. H. Kwan, C. L. Lim, S. L. Wong, and P. Raveendran. Video-based heart rate measurement using short-time fourier transform. In *2013 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems*, pages 704–707, Nov 2013.
- [3] P. Pelegris, K. Banitsas, T. Orbach, and K. Marias. A novel method to detect heart beat rate using a mobile phone. In *2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology*, pages 5488–5491, Aug 2010.
- [4] Enock Jonathan and Martin J. Leahy. Cellular phone-based photoplethysmographic imaging. *Journal of Biophotonics*, 4(5):293–296, 2011.
- [5] C. G. Scully, J. Lee, J. Meyer, A. M. Gorbach, D. Granquist-Fraser, Y. Mendelson, and K. H. Chon. Physiological parameter monitoring from optical recordings with a mobile phone. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 59(2):303–306, Feb 2012.
- [6] Mathew J. Gregoski, Martina Mueller, Alexey Vertegel, Aleksey Shaporev, Brenda B. Jackson, Ronja M. Frenzel, Sara M. Sprehn, and Frank A. Treiber. Development and validation of a smartphone heart rate acquisition

- application for health promotion and wellness telehealth applications. *Int. J. Telemedicine Appl.*, 2012:1:1–1:1, January 2012.
- [7] Yuriy Kurylyak, Francesco Lamonaca, and Domenico Grimaldi. *Smartphone based photoplethysmogram measurement*, pages 135–164. River, 2012.
- [8] Kenta Matsumura and Takehiro Yamakoshi. iphysiometer: A new approach for measuring heart rate and normalized pulse volume using only a smartphone. *Behavior Research Methods*, 45(4):1272–1278, Dec 2013.