

García, José

josfegar@espol.edu.ec

Mieles, Iván

ifmieles@espol.edu.ec

Santibáñez, Nicole

nsantiba@espol.edu.ec

ANÁLISIS DE UN PULSO CARDIACO DESCRITO POR POLINOMIOS DE INTERPOLACIÓN USANDO EL METODO DE LAGRANGE CON DATOS OBTENIDOS DE UN SENSOR DE PULSO CARDIACO PARA ARDUINO

Mediante interpolación por el método de Lagrange se aproxima en varios polinomios el pulso arterial. Se requiere varios polinomios ya que un solo polinomio no describe de manera efectiva los datos del pulso tomados por el sensor. Las muestras son tomadas cada 50 ms para contar con los suficientes puntos para que los polinomios obtenidos por la interpolación de dichos puntos puedan aproximar de mejor manera la gráfica de un pulso real.

INTRODUCCIÓN

El pulso de una persona es una onda de presión provocada por la expansión de las arterias como consecuencia de la circulación de sangre bombeada por el corazón. Este proyecto consiste en analizar un pulso cardiaco obtenido de los datos de la lectura de un sensor arduino, que obtiene valores de 10 bits entre 495 y 535 (de un posible de [0,1023]). Para posteriormente por medio del método de interpolación de Lagrange, generar los polinomios que describan la gráfica de dicho pulso. Además determinar de manera aproximada la frecuencia cardiaca en pulsaciones por minuto (ppm) reconociendo el tiempo en el que se lleva a cabo el pulso en la muestra analizada.

Metodología

Toma de pulsos del sensor que son enviados al computador. Y se escoge una muestra de 50 puntos para analizar.

Se reconocen los puntos máximos del pulso, que serán puntos de inflexión en la gráfica, y los tramos en la que el pulso debe ser suave y continuo.

Se realiza la interpolación de cada intervalo previamente definido y se obtiene su polinomio. Se grafican los puntos y los polinomios.

Se escogen los puntos en donde se encuentre un pulso entre la contracción y dilatación de otros dos pulsos.

Análisis

Al inicio los datos se tomaron en un intervalo de tiempo de 100ms, sin embargo, en esta condición no existen los suficientes puntos para describir suavemente el proceso de preparación y relajación entre los que se efectúa el pulso. Por esa razón, se disminuye el intervalo de tiempo para la toma de datos a 50ms y así lograr que los puntos sean más cercanos entre sí, de manera que los polinomios que se generen a partir de ellos describan con mayor precisión un pulso real.

En la existencia de puntos de inflexión, en este caso el pico causado por la dilatación y contracción arterial en un pulso, se necesita un polinomio de bajo grado antes y después del pico porque las distancias verticales entre puntos son muy grandes. Para los tramos en lo que la arteria se encuentra relajada, se tienen más puntos y se necesita mayor suavidad por lo que se necesita usar un polinomio de mayor grado.

Para determinar la frecuencia cardiaca; se divide en dos intervalos de tiempo que van de contracción-dilatación hasta la siguiente contracción-dilatación, de manera que se encuentra de manera aproximada la frecuencia cardiaca como el cociente entre 60 segundos y la suma de las dos mitades de tiempo de aquellos intervalos.

Resultados

Una vez obtenidos los polinomios respectivos por el método de Lagrange se pudo aproximar la gráfica de un pulso cardiaco, entre la contracción y dilatación de otros dos pulsos con 6 polinomios y se obtuvo la frecuencia cardiaca aproximada gracias al intervalo de tiempo analizado.

Conclusiones

- Se necesitan varios polinomios para describir de manera apropiada un pulso, debido a intervalos en los que existen puntos de inflexión o se necesita suavidad en la curva.
- Existen errores en la toma de datos porque se trabajó con datos reales tomados por un sensor no diseñado para la industria de la medicina, más bien pensado para fines didácticos.

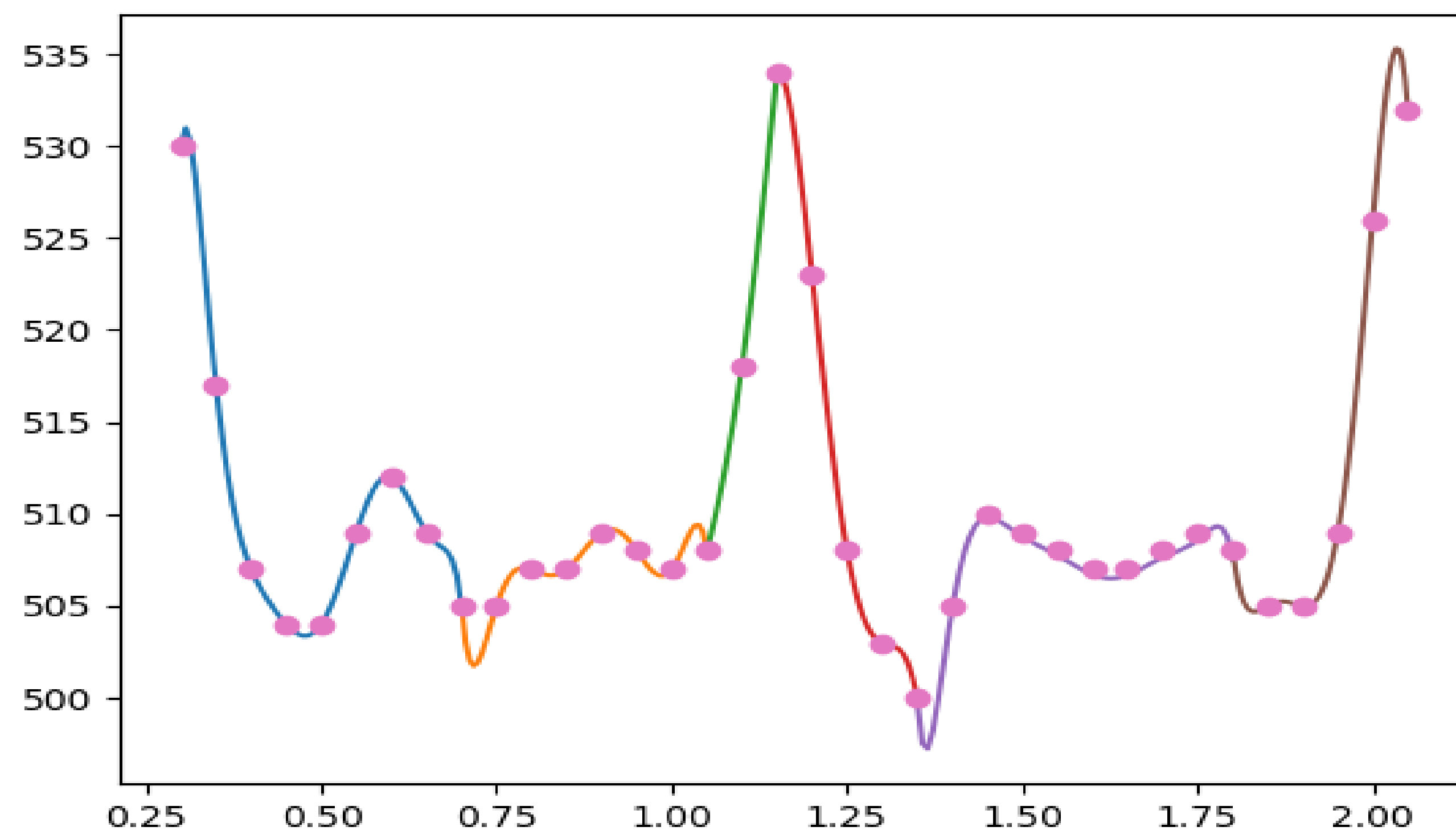
Recomendaciones

Si se desea realizar un algoritmo que describa de manera dinámica la grafica del pulso con sus respectivos polinomios, se debe analizar los datos que son entregados por la conexión sensor-arduino en diferentes intervalos, ya que existen intervalos, antes de la dilatación y después de la contracción del corazón donde la separación vertical entre los puntos es menor. Y para el tiempo en el que la arteria se dilata y contrae, tomar mayores intervalos de análisis, ya que ahí se encuentra la máxima lectura y punto de inflexión que dificulta la obtención del polinomio. Además de optar por el método de diferencias finitas avanzadas ya que el tiempo de toma de datos es constante y el algoritmo de este método consume menos recursos de la computadora usada.

Referencias

- Burden,R. (2002). *Análisis Numérico (séptima edición, pp.107-120)*. Thomsom Learning.
- Chapra,S. (2006). *Métodos Numéricos para ingenieros (quinta edición, pp.516-520)*. México: McGraw-Hill.

DIAGRAMA



Aproximación mediante polinomios de Lagrange de un pulso entre el proceso de contracción y dilatación arterial de otros dos.

Los polinomios generados por el método de Lagrange para describir el pulso de la lectura realizada por el sensor son:

La frecuencia cardiaca es: 69.0 ppm

Se aproximó el Pulso con los siguientes polinomios

Polinomio 1:

$-56507936.5079513x^{*8} + 228952380.952427x^{*7} - 401400000.000071x^{*6} + 39761333.333406x^{*5} - 243335083.333363x^{*4} + 94190450.0000286x^{*3} - 22513752.6587348x^{*2} + 3036925.21428631x - 176382.000000018$

Rango de existencia:[0.30000000000000004 , 0.7]

Polinomio 2:

$-15238095.2380915x^{*7} + 93688888.8888741x^{*6} - 246079999.999939x^{*5} + 35792222.222153x^{*4} - 311343333.333252x^{*3} + 161965008.888863x^{*2} - 46655523.4285622x + 5741338.99999976$

Rango de existencia:[0.7 , 1.0499999999999998]

Polinomio 3:

$1200.00000000003x^{*2} - 2380.0x + 1683.99999999997$

Rango de existencia:[1.0499999999999998 , 1.15]

Polinomio 4:

$-146666.6666666666x^{*4} + 737333.33333299x^{*3} - 1387633.33333333x^{*2} + 1158456.66666663x - 361416.999999993$

Rango de existencia:[1.15 , 1.3499999999999999]

Polinomio 5:

$-81834215.1674843x^{*9} + 1170158730.1582x^{*8} - 7428910052.91113x^{*7} + 2748348888.8828x^{*6} - 65294926296.2617x^{*5} + 103309149472.137x^{*4} - 108854554934.816x^{*3} + 73655518736.2305x^{*2} - 29041147493.2988x + 5083575838.99902$

Rango de existencia:[1.3499999999999999 , 1.7999999999999996]

Polinomio 6:

$-1093333.3333328x^{*5} + 10439999.999995x^{*4} - 39854333.333316x^{*3} + 76031699.999999x^{*2} - 72487727.333333x + 27630513.999999$

Rango de existencia:[1.7999999999999996 , 2.05]

PROTOTIPO

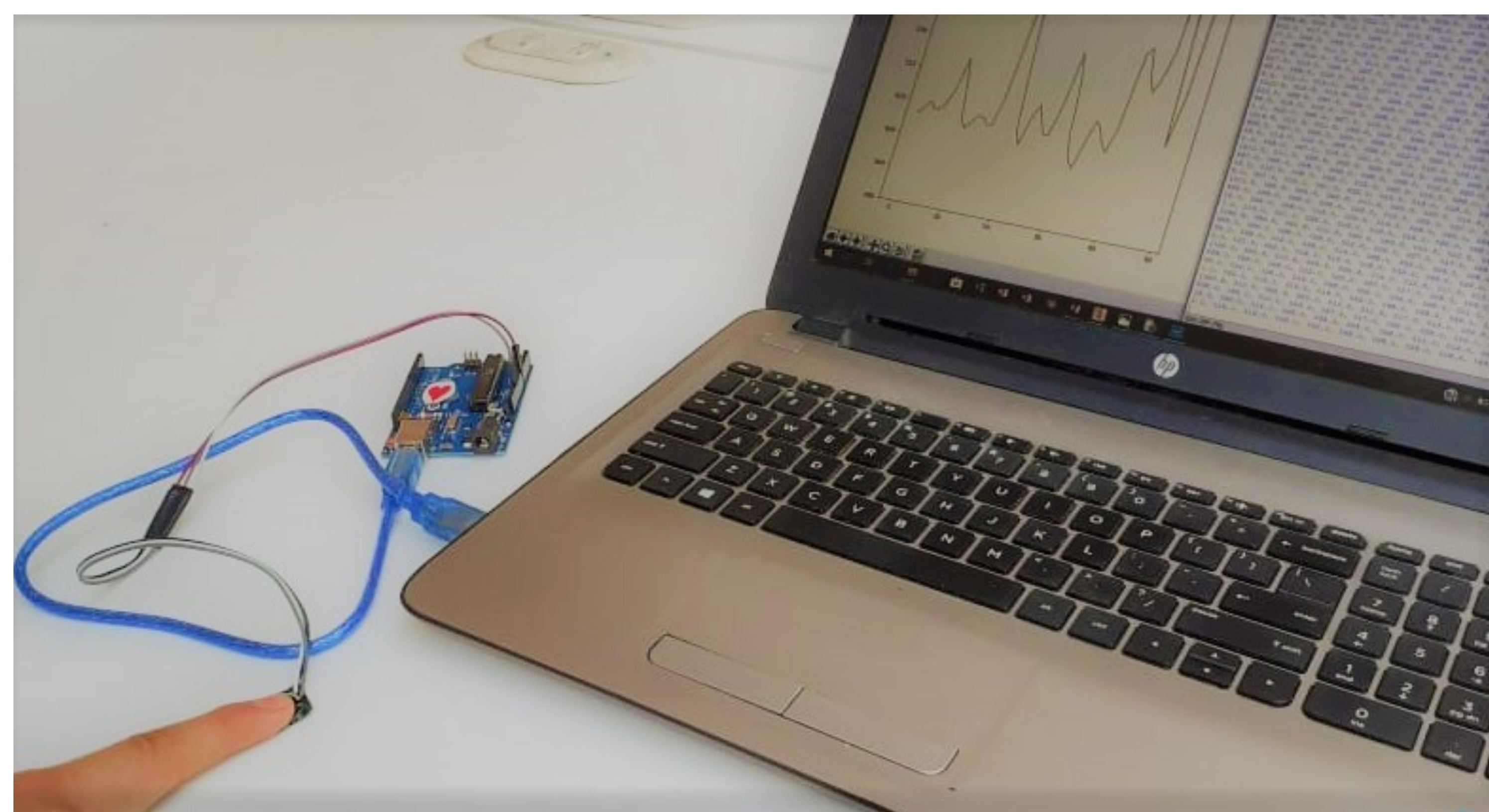


Ilustración de como son tomados los datos del pulso mediante un sensor de pulso cardiaco para Arduino, mientras se muestran en pantalla.