

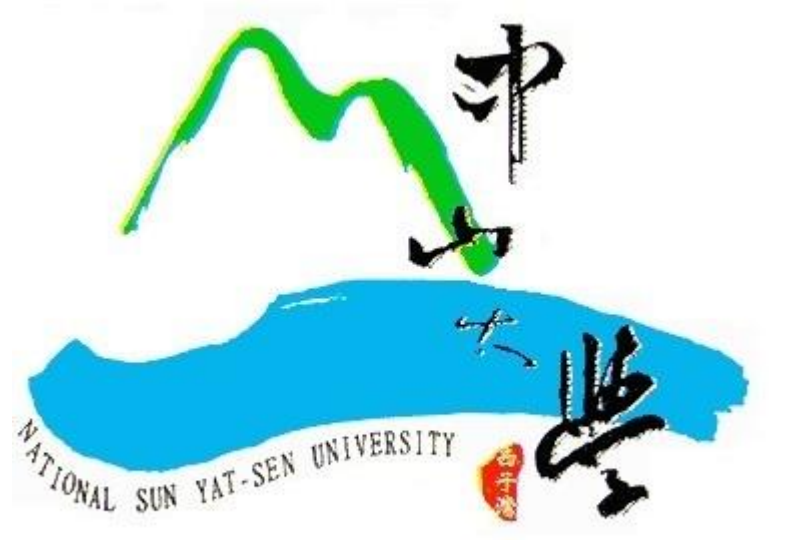
Heart Beat 得心應手

Heart Beat Mobile Application

生醫訊號暨影像處理實驗室
BIOMEDICAL SIGNAL & IMAGE PROCESSING LABORATORY

W.C. Lo, M.S Chiang, C.L. Tsai and C.W. Ko

Department of Computer Science and Engineering, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, Taiwan



Abstract

The aim of this work is to detect heart beats with mobile phone application for the sake of high heat-disease rate as well as the popularity of the usage of mobile phones. With the camera on the mobile phone, images of the fingers can be acquired and analyzed to obtain the heart beat without any additional equipment.

Introduction

隨著智慧型手機普及率升高，同時，隨著現代社會的進步，心臟、心血管等疾病也成為現代人必須警惕的課題。本研究針對智慧手機的高普及率以及現代人容易罹患心臟、心血管疾病，著手研發心跳偵測的手機應用程式，利用人體手指較易透光的部位使用攝影功能擷取影像，並分析影像的變化。在不需任何外加設備的情況下，進而得知使用者的心跳數與心跳變化率。

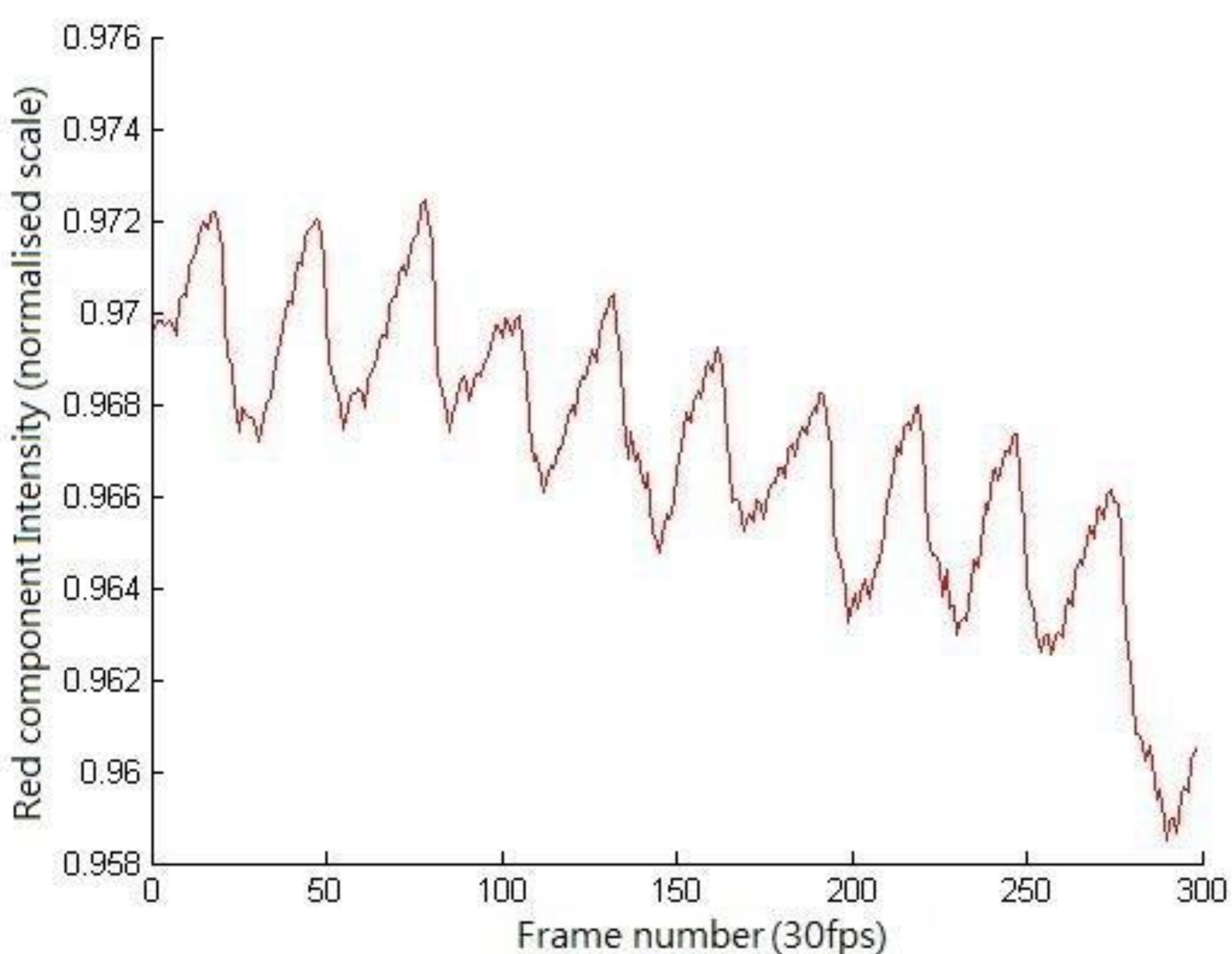
Method

本應用程式提供使用者得以立即得知自身的心跳狀況，主要分為心跳偵測演算法設計以及Android平台程式撰寫與介面設計。

心跳偵測演算法設計

為了解實際影像特性，首先操控智慧型手機閃光燈開啟並錄取影像，將影像檔案擷取出來之後，使用 Matlab 分析其影像強度(Intensity)與心跳之間的關係。

根據座標以及強度之間的關聯性，我們發現手指末端雖然位於心臟血流的末梢，其透光度高，取得的光線其對於心跳之靈敏度也越高，反之亦然。因此，本應用程式設計以食指末梢為主要偵測部位。



圖一、紅光(R)的強度(Intensity)與時間(Frame number)的變動關係。

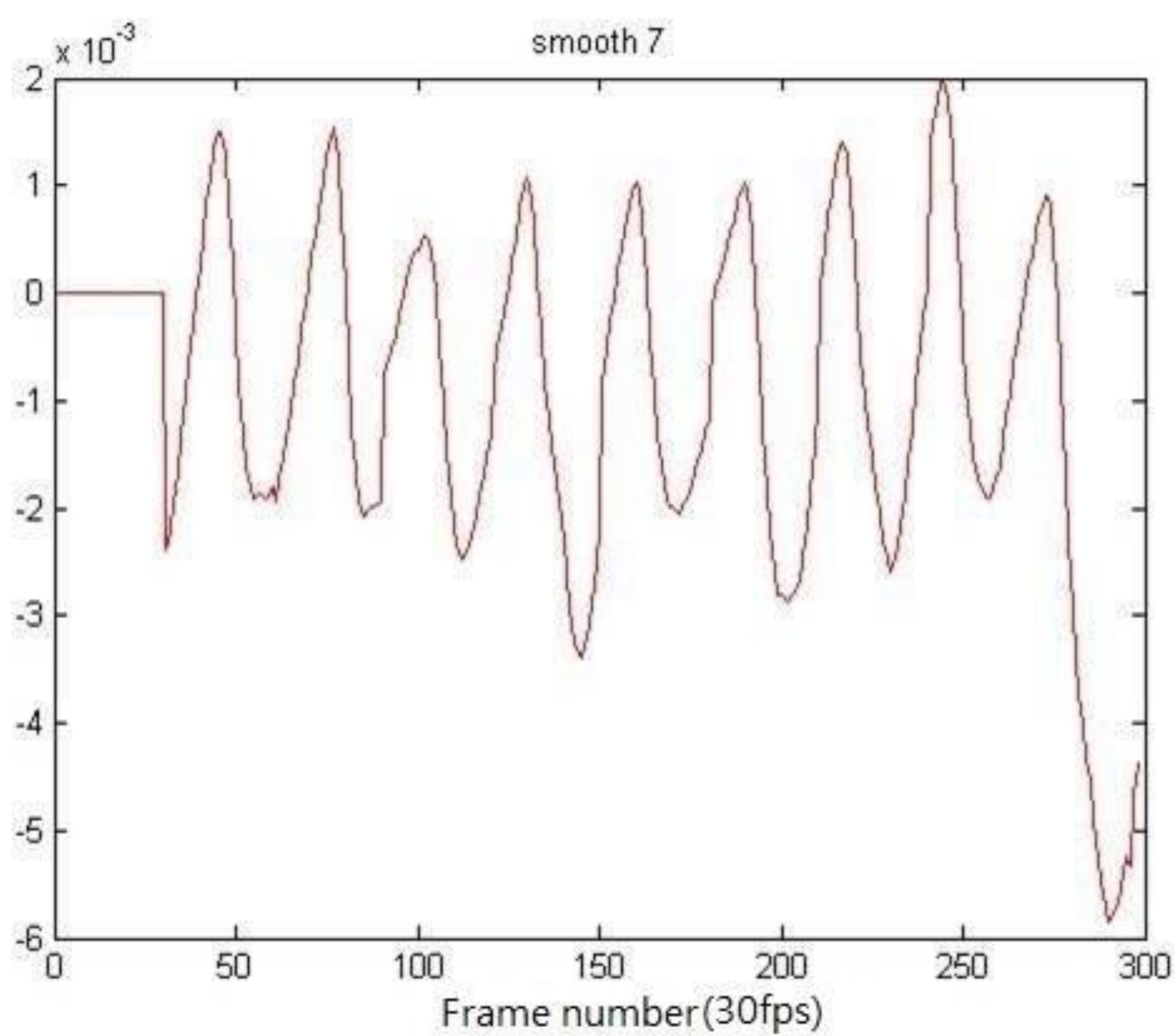
其次，對於影像上紅光(R)、綠光(G)、藍光(B)隨時間上的變化，我們發現，紅光的強度遠大於藍光與綠光，而其隨時間之變動趨勢，也與心跳週期類似（圖一），因此我們直接將紅光獨立出來分析。

為增加心跳計數的準確性，我們使用以下的Smooth filter 雜訊濾除並去除基線：

$$F_{t+\lfloor \frac{k}{2} \rfloor} = \frac{1}{k} \sum_{n=0}^{k-1} x_{t+n} = \frac{x_t + x_{t+1} + x_{t+2} + \dots + x_{t+k-1} + x_{t+k}}{k}$$

$1 < t < N, k \text{ is size of mean filter.}$

其中N為影片總幀（Frame）數。



圖二、紅光(R)訊號經 Smooth filter 去除雜訊及基線。

（圖二）為濾波之後的結果，由此訊號我們便可以計算心跳次數。計算方式為：以通過橫軸基準線（y=0）兩次視為一次心跳。

Android App 程式功能介紹

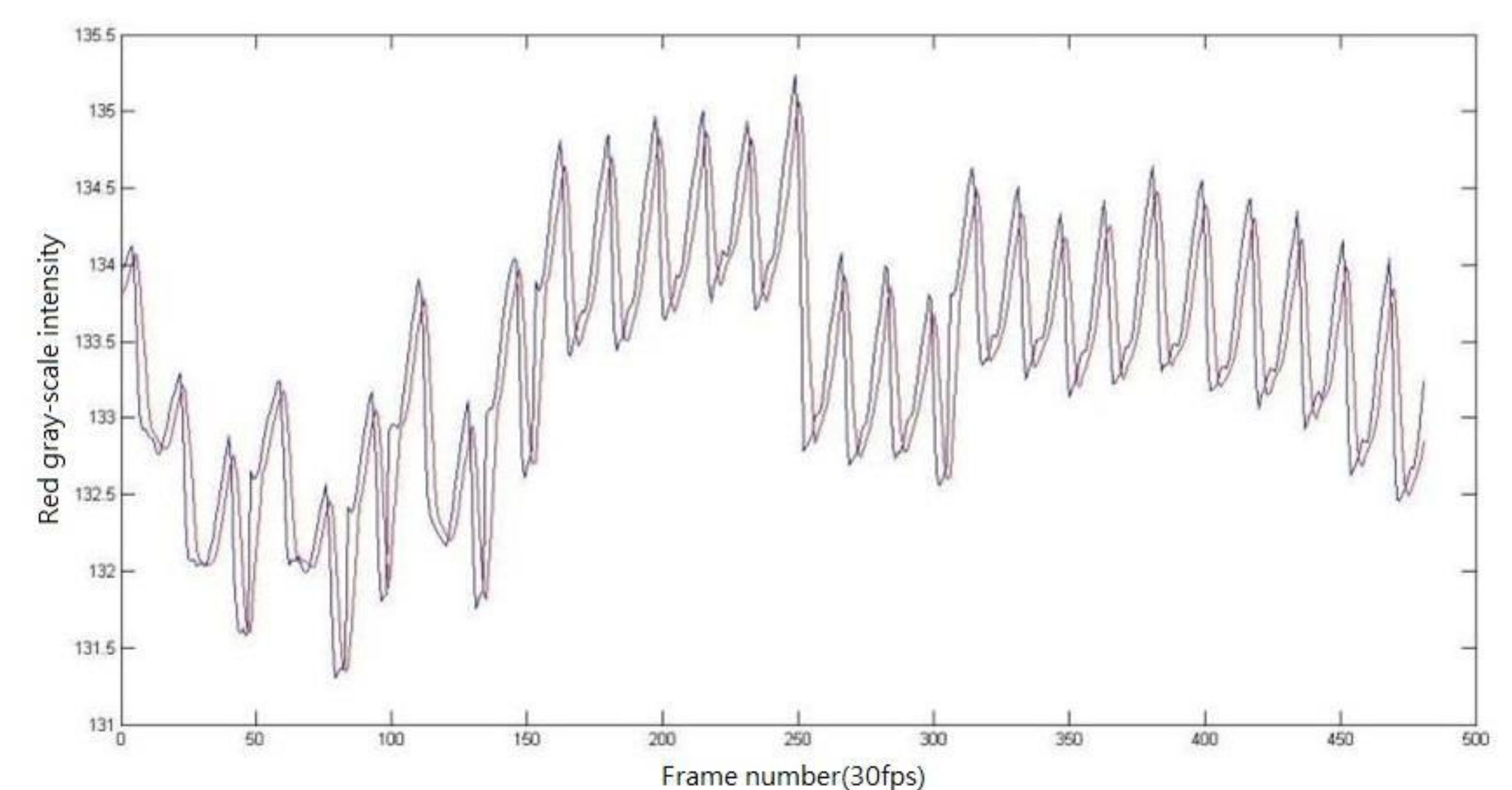
手機應用程式分析流程如圖三所示。主要以2.1所述之演算法為架構，嵌入手機的控制軟體中進行影像控制。主要功能分為測量、紀錄兩大部分。其一，測量部分，操作採取一鍵即完成測量，回傳心跳數至手機主畫面中，並記錄其數值，以利日後分析。

影像經由演算分析，若計算出的心跳不穩定，即使用者手指脫離，程式便會重新計時，必須完整按壓30秒，直到取得穩定心跳訊號為止。之後便將心跳次數顯於介面上。使用者可選擇將數據儲存，以便日後檢視或統計。

心跳偵測演算法改良

由於我們所使用之計數演算法相當簡單，很容易因為使用者心跳週期之差異，或操作不當造成誤差。

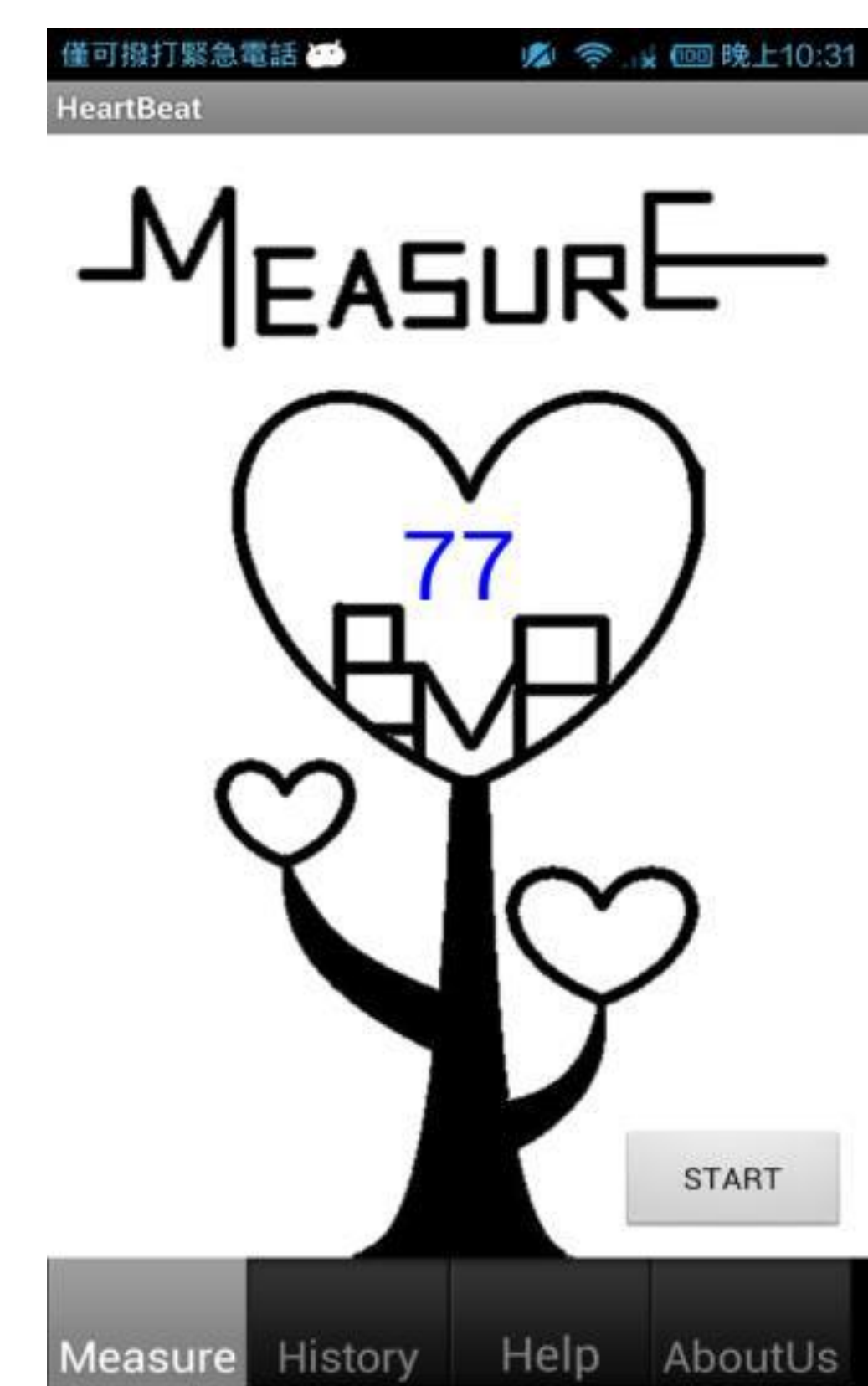
因此，我們嘗試使用位移波形（template matching）來計算心跳次數。利用訊號前幾次波形當作樣板，然後往時間軸上位移，計算樣本波形與實際波形之間的相關係數，相關係數越高，表示波形越吻合，也表示可視為一個完整心跳週期。結果如（圖四）所示。



圖四、原始波型（紅線）與位移波形（藍線）疊合。

Result

（圖五）為本手機APP 實際執行手機上顯示的介面。經實際測試之後，與使用血壓計測量心跳數值誤差約為+/-2次以內。作為一個隨身可以監控身體心跳狀態的工具來說，屬於可以接受範圍。



圖五、Heart Beat 介面圖

Conclusion

我們成功地以手機當作檢測心跳的工具，製作出一個可以偵測心跳次數地手機應用軟體。結合行動裝置提供人類生活上的便利以及需求，已是目前世界的趨勢。此次開發的經驗，不但可以提供我們未來對於開發更複雜行動醫療裝置的基礎，對於如何將行動裝置的便利性與健康產業結合，更是值得我們未來更進一步研究。