

# 低解析度熱顯像儀之生理訊號量測方法

## Physiological Signal Measurement Based on Low Resolution Thermal Camera

研究生：資訊工程系 高硯群

指導教授：資訊工程系 張傳育特聘教授

### 摘要

2019年出現的新型冠狀病毒(Coronavirus Disease-2019, COVID-19)是近幾年來最嚴重的流行病。目前公共場所出入口廣泛運用紅外線熱顯像儀來量測進入者的體溫。為了量測更多生理數據，本研究提出基於低解析度熱顯像儀的呼吸率、心率及體溫量測系統。首先透過熱顯像儀蒐集配戴口罩及未戴口罩之人臉影像，利用YOLOv5s物件檢測架構辨識人臉，然後測量前額、口罩和鼻部區域的平均溫度。採集10秒訊號後，透過主成分分析(Principal Component Analysis, PCA)找出訊號最主要成分，再經過形態學濾波(Morphological Filtering)消除雜訊，最後採用過零間隔(Zero-Crossing Interval)計算心率及呼吸率。實驗結果表明，與呼吸帶和血壓計測量的數據相比，本研究在量測呼吸和心率方面的平均絕對誤差分別為0.614和5.618。

### 研究方法

本研究提出基於溫度影像量測人體生理訊號系統，包含：前處理、區域追蹤、訊號處理等三個階段。第一階段為前處理，主要進行人臉偵測，透過蒐集不同對象之人臉溫度影像，標示其人臉位置及標記是否配戴口罩，進行深度學習模型訓練，以此架構偵測人臉之所在。

第二階段為區域追蹤，主要包含呼吸ROI及心率ROI追蹤。呼吸ROI在前段人臉偵測辨別為配戴口罩時，針對口罩涵蓋區域進行變化最大之區域追蹤；而無配戴口罩則先依人臉比例框選受測者鼻腔位置，再進一步追蹤其鼻孔區域。心率ROI利用人臉在畫面上位置，依人臉框的比例框選前額區域再進行訊號蒐集。

第三階段為訊號處理，分別將上述呼吸ROI及心率ROI訊號利用帶通濾波器(Band-pass Filter)濾除呼吸、心率以外的雜訊，進行主成分分析、形態學濾波、計算微分訊號，前者以多區域分析出代表的主成分，後兩者目的在於平滑訊號、減少過零計算造成之偏差，最後以過零間隔方式計算呼吸率及心率。

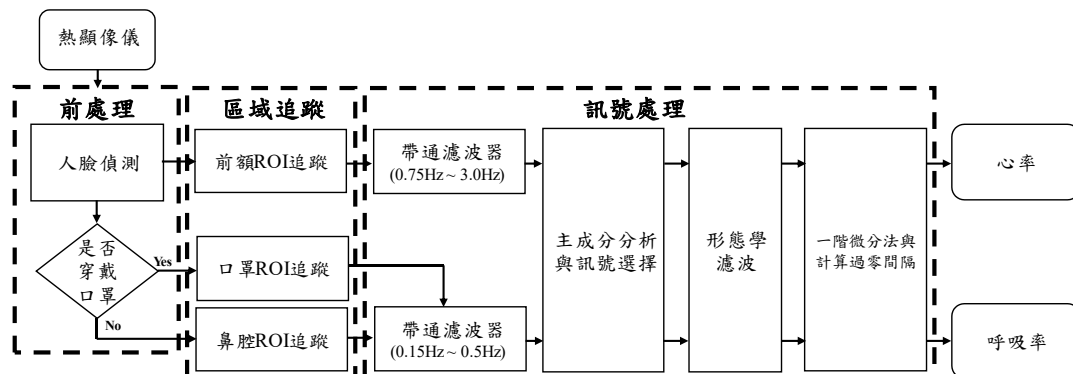


圖 1 系統流程圖

## 實驗結果

表 1 各方法心率量測結果之評估比較

Method	MAE	$R^2$	$\rho$	Max Error (P, N)
Menghan	8.471	0.015	0.121	(18, -21)
Gupta	8.745	0.057	0.239	(23, -16)
Ronca	6.824	0.122	0.350	(17, -19)
Proposed Method	<b>5.618</b>	<b>0.362</b>	<b>0.602</b>	<b>(16, -14)</b>

表 2 各方法呼吸率量測結果之評估比較

Method	MAE	$R^2$	$\rho$	Max Error (P, N)
Menghan	1.653	0.750	0.866	(1.3, -5.6)
Lyra	0.780	0.852	0.923	(2.1, -2.8)
ICA	3.007	0.054	0.232	(10.8, -3.6)
Proposed Method (PCA)	<b>0.614</b>	<b>0.916</b>	<b>0.957</b>	<b>(2.1, -2.4)</b>

表 3 各方法無口罩呼吸率量測結果之評估比較

Method	MAE	$R^2$	$\rho$	Max Error (P, N)
Menghan	2.924	0.051	0.226	(0.8, -7.9)
Lyra	0.824	<b>0.832</b>	<b>0.912</b>	(3.3, -2.6)
ICA	2.684	0.265	0.515	(7.7, -3.2)
Proposed Method (PCA)	<b>0.800</b>	0.817	0.904	<b>(3.3, -1.2)</b>

## 結論

由於傳統接觸式生理檢測方法可能會有接觸感染風險，而非接觸的視覺化檢測方式在戴口罩時會失去大部分人臉特徵。本研究提出一種基於低解析度熱顯像儀的心率、及呼吸率量測方法，能夠在戴口罩情況下進行量測。

本研究由 54 名健康受測者參與，透過與呼吸胸帶、血壓計量測數據交互比對，證實本研究在量測呼吸、心率具有良好準確性，在心率及呼吸率平均絕對誤差分別達到 5.618、0.614，低於其他文獻研究的方法。部分研究指出呼吸病症能從呼吸的斜率判斷，未來可與醫院合作，取得症狀資料再進一步開發系統功能。而對於實際場景應用，心率誤差小於 5 次/分鐘的結果為可接受的。因此未來將改進前額感興趣區域追蹤，以增加提取到的血流訊息，減少本研究心率的平均絕對誤差至 5 以內，使其更適合應用在實際場域上。