

國立中央大學

資訊工程學系
碩士論文

基於深度學習之嬰兒危險偵測系統

A Deep-learning-based Danger Detection System
for Infant

研究生：王佳君

指導教授：蘇木春 博士

中華民國一百一十一年六月

國立中央大學圖書館學位論文授權書

填單日期： 111 / 06 / 30

2019.9 版

| | | | |
|-------|-----------------|------|--|
| 授權人姓名 | 王佳君 | 學 號 | 109522116 |
| 系所名稱 | 資訊工程學系碩士班 | 學位類別 | <input checked="" type="checkbox"/> 碩士 <input type="checkbox"/> 博士 |
| 論文名稱 | 基於深度學習之嬰兒危險偵測系統 | 指導教授 | 蘇木春 |

學位論文網路公開授權

授權本人撰寫之學位論文全文電子檔：

- 在「國立中央大學圖書館博碩士論文系統」.

(V) 同意立即網路公開

() 同意 於西元_____年_____月_____日網路公開

() 不同意網路公開，原因是：_____

- 在國家圖書館「臺灣博碩士論文知識加值系統」

(V) 同意立即網路公開

() 同意 於西元_____年_____月_____日網路公開

() 不同意網路公開，原因是：_____

依著作權法規定，非專屬、無償授權國立中央大學、台灣聯合大學系統與國家圖書館，不限地域、時間與次數，以文件、錄影帶、錄音帶、光碟、微縮、數位化或其他方式將上列授權標的基於非營利目的進行重製。

學位論文紙本延後公開申請 (紙本學位論文立即公開者此欄免填)

本人撰寫之學位論文紙本因以下原因將延後公開

- 延後原因

() 已申請專利並檢附證明，專利申請案號：

() 準備以上列論文投稿期刊

() 涉國家機密

() 依法不得提供，請說明：_____

- 公開日期：西元_____年_____月_____日

※繳交教務處註冊組之紙本論文(送繳國家圖書館)若不立即公開，請加填「國家圖書館學位論文延後公開申請書」

研究生簽名：_____ 指導教授簽名：_____

*本授權書請完整填寫並親筆簽名後，裝訂於論文封面之次頁。

國立中央大學碩士班研究生

論文指導教授推薦書

資訊工程 學系/研究所 王佳君 研究生所

提之論文 基於深度學習之嬰兒危險偵測系統 係

由本人指導撰述，同意提付審查。

指導教授_____ (簽章)

111 年 06 月 30 日

國立中央大學碩士班研究生
論文口試委員審定書

資訊工程 學系/研究所 王佳君 研究生所
提之論文 基於深度學習之嬰兒危險偵測系統 經
本委員會審議，認定符合碩士資格標準。

學位考試委員會召集人 _____

委 員 _____

中 華 民 國 111 年 06 月 30 日

基於深度學習之嬰兒危險偵測系統

摘要

嬰兒照護者在照顧嬰兒時，可能發生無法隨時關注嬰兒狀態的情形，使得嬰兒因溢奶、翻身、趴睡等情形，致使呼吸不順而發生憾事。

又因現有產品多用感測器偵測嬰兒狀態，功能單一且多有使用限制，便利性不佳。

因此，本論文提出基於深度學習技術，專注於嬰兒影像畫面進行臉部遮擋及姿勢辨識之危險偵測系統：利用 ResNet50 網路訓練模型，以分析嬰兒臉部是否遭異物遮蔽及辨識四種基礎姿勢：正躺、趴躺、坐姿及站立。

兩部分之辨識精確度皆達 98%。

故當系統輸入嬰兒影片時，可透過模型辨識嬰兒的姿勢可能處於危險狀態或臉部遭異物遮擋，則可即時警示照護者。

由於目前未有公開之嬰兒資料集，故本文中所使用的嬰兒照片皆為網路圖片及影片進行擷取並前處理而成。

關鍵字：嬰兒危險偵測, 嬰兒臉部辨識, 深度學習, 嬰兒猝死症

A Deep-learning-based Danger Detection System for Infant

Abstract

When taking care of the infant, the baby caregiver may not be able to pay attention to the status of the baby at any time, which may cause the infant to suffer from unpleasant breathing due to overflowing milk, turning over, sleeping on the stomach, etc.

In addition, the existing products use multiple sensors to detect the state of the infant, which has a single function and many restrictions on use, resulting in poor convenience.

Therefore, this paper proposes a danger detection system based on deep learning technology, focusing on face occlusion and gesture recognition of baby images: The ResNet50 network is used to train the model to analyze whether the infant's face is obscured by foreign objects and recognize four basic postures: lying, lying on the stomach, sitting and standing.

The recognition accuracy of both parts is 98%.

Therefore, when the system inputs a infant video, the model can recognize that the infant's posture may be in a dangerous state or the face is covered by a foreign object, and the caregiver can be immediately alerted.

Since there is currently no public infant data set, the infant photos used in this article are all captured and pre-processed from online pictures and videos.

Keywords: Infant danger detection, Infant face detection, Deep learning, Sudden infant death syndrome

誌謝

就讀碩士班期間，接受了很多人的幫助與鼓勵，非常感謝這兩年的所有時光。

首先，感謝蘇木春老師的指導，在研究上給予了我很多的方向與教學，讓我能在碩士期間獲益良多；也感謝蘇老師很信任學生，讓我在這兩年得以很好的妥善規劃時間。

接著，感謝實驗室的每位成員，讓我在 CILAB 擁有這麼珍貴的回憶。感謝佳菁、小花、熙琪、小烏龜，處理實驗室繁忙的事務，讓我們可以有這麼舒適的研究環境；感謝威任學長、偉倫學長，在研究中提供了很多想法，讓我在研究中能有更明確的方向；感謝子謙學長、政育學長、映如學姊、書仔學姊，在我有疑惑的時候，解答了許多的問題，帶領我們熟悉實驗室的生活；感謝鈞翔、昌翰、逸星、奕蘋、詩勻，交流彼此的意見與想法，讓我能激發出更多不同的思維；感謝智穎、景豐、季劫、譽鈞、姿瑩，一起參與了許多實驗室的事務，讓所有活動及計畫得以完成。

最後，也感謝我的家人、朋友、愛人以及我自己，在不同的人生階段中一起度過，給予我非常多的支持與幫助，而得以逐漸成長為一位更成熟的個體。

目錄

| | 頁次 |
|----------------------------------|------|
| 摘要 | iv |
| Abstract | v |
| 誌謝 | vii |
| 目錄 | viii |
| 一、緒論 | 1 |
| 1.1 研究動機 | 1 |
| 1.2 研究目的 | 2 |
| 1.3 論文架構 | 2 |
| 二、相關研究 | 3 |
| 2.1 嬰兒猝死症 | 3 |
| 2.2 嬰兒偵測 | 3 |
| 2.2.1 利用結構光相機之非接觸式嬰兒呼吸頻率監測系統 ... | 3 |
| 2.2.2 非侵入式之嬰兒二氧化碳遠端監測系統 | 3 |
| 2.2.3 非接觸式之嬰兒心肺監測器 | 3 |
| 2.2.4 多感測器之嬰兒無線式監測系統 | 4 |
| 2.3 殘差網路 | 4 |
| 2.4 面部辨識 | 4 |
| 2.4.1 DeepFace | 4 |
| 2.4.2 FaceNet | 4 |

| | | |
|-----------|----------------|----------|
| 三、 | 研究方法 | 5 |
| 3.1 | 系統流程介紹 | 5 |
| 3.2 | 臉部遮擋辨識 | 5 |
| 3.2.1 | 資料集前處理 | 5 |
| 3.2.2 | 資料集分類定義 | 5 |
| 3.2.3 | 模型訓練 | 5 |
| 3.3 | 姿勢辨識 | 5 |
| 3.3.1 | 資料集分類定義 | 5 |
| 3.3.2 | 模型訓練 | 6 |
| 四、 | 實驗設計與結果 | 7 |
| 4.1 | 臉部辨識實驗 | 7 |
| 4.1.1 | 實驗評估方式 | 7 |
| 4.1.2 | 實驗結果分析 | 7 |
| 4.2 | 臉部遮擋分類實驗 | 7 |
| 4.2.1 | 實驗設計 | 7 |
| 4.2.2 | 實驗評估方式 | 7 |
| 4.2.3 | 實驗結果分析 | 7 |
| 4.3 | 姿勢分類實驗 | 8 |
| 4.3.1 | 實驗設計 | 8 |
| 4.3.2 | 實驗評估方式 | 8 |
| 4.3.3 | 實驗結果分析 | 8 |
| 4.4 | 影片危險偵測實驗 | 8 |
| 4.4.1 | 實驗設計 | 8 |
| 4.4.2 | 實驗評估方式 | 8 |
| 4.4.3 | 實驗結果分析 | 8 |

| | | |
|-----------|------------|----------|
| 五、 | 總結 | 9 |
| 5.1 | 結論 | 9 |
| 5.2 | 未來展望 | 10 |

圖目錄

頁次

表目錄

頁次

一、緒論

1.1 研究動機

在嬰兒照護時，難免發生照顧者視線離開嬰兒的情形，如：泡奶、做飯、上廁所等，無法百分之百關注嬰兒的各種行為，而若此時嬰兒發生溢奶、物品遮蓋口鼻、自行翻身或站立等情形，對嬰兒具危險性而可能導致憾事發生。

根據衛生福利部統計處所發布的嬰兒主要死因統計 [1] 中，101 年至 105 年間每年至少 30 位嬰兒死於嬰兒猝死症候群 (Sudden infant death syndrome, 簡稱 SIDS)，106 年至 109 年雖死亡數減少，但每年仍有超過 20 位嬰兒因此逝世，為嬰兒十大死亡原因之一。

三軍總醫院對於嬰兒猝死症的說明為：一個原本無異狀的嬰兒，突然且無法預期的死亡，常發生在嬰兒睡眠時，並在事後的屍體解剖檢查中找不到其真正致死原因。凡未滿一歲的嬰幼兒皆可能發生，其中二至四個月時期尤為常見，亦可能發生在嬰兒出生一兩周內。然而，目前對於嬰兒猝死症的成因仍不清楚，綜合醫界目前相關因素的研究中，包含了嬰兒因溢奶或嘔吐產生呼吸道緊縮反射及憋氣，或因翻身、趴睡致使呼吸困難，而窒息死亡等原因。

國內外有許多為自動化監測嬰兒狀態之研究，大多透過感測器來量測嬰兒之特定危險狀態，這些監測方式具單一性，若欲增加其他功能則須裝設更多的感測器，不僅可能影響嬰兒之活動，亦可能產生更多潛在的危險性，如：嬰兒誤食裝置、裝置纏繞嬰兒等。

因此，我們認為直接透過攝影機拍攝嬰兒影像畫面，辨識嬰兒狀態以進行危險偵測，不但能同時偵測多種不同危險情境，亦可以減少干擾嬰兒行為，並免除更多的潛在危險。

1.2 研究目的

本研究利用 ResNet50 進行嬰兒動作及臉部遮擋之辨識，且透過 DeepFace 演算法前處理嬰兒影像以擷取嬰兒臉部影像畫面，而得以對嬰兒進行危險偵測。

本研究預計達成以下目標：

- 針對嬰兒姿勢，判斷嬰兒是否處於趴睡或站立姿勢，而有潛在危險發生。
- 針對嬰兒臉部，判斷嬰兒是否因嘔吐物、毛巾等外物遮蓋其口鼻，而可能使嬰兒發生窒息危機。

1.3 論文架構

本論文分為五個章節，其架構如下：

第一章、緒論，敘述本論文之研究動機、研究目的及論文架構。

第二章、相關研究，敘述嬰兒猝死症之定義及現有研究，並探討近年嬰兒偵測之相關研究、深度學習模型架構及面部辨識網路。

第三章、研究方法，說明本研究之詳細內容，如：資料集之分類定義及前處理、以及完整系統之流程說明。

第四章、實驗設計與結果，說明實驗設計內容以及評估方法，並對於實驗結果進行探討。

第五章、結論與未來展望，對於研究結果進行總結，並討論研究的未來展望。

二、 相關研究

2.1 嬰兒猝死症

嬰兒猝死症 嬰兒猝死症

2.2 嬰兒偵測

2.2.1 利用結構光相機之非接觸式嬰兒呼吸頻率監測系統

該方法利用結構光相機可取得距離資訊，使用平面分割偵測嬰兒之胸部區域，再根據胸部的運動計算呼吸頻率。

2.2.2 非侵入式之嬰兒二氧化碳遠端監測系統

該方法為在嬰兒周圍安置一組二氧化碳感測器，收集嬰兒床附近之二氧化碳濃度變化，以監測與嬰兒呼吸問題相關的事件。其優點為較低成本；但缺點為需針對每個感測器進行校準，以免除不同感測器間數值的不一致。

2.2.3 非接觸式之嬰兒心肺監測器

其設計了可進行心肺監測的都卜勒雷達系統，以監測嬰兒是否有心跳。不僅改進了使用現有遠端監測心肺功能系統需專業人士設定與操作

的侷限性，亦提供較低成本的雷達系統來開發此產品。

2.2.4 多感測器之嬰兒無線式監測系統

其利用三軸加速器、溫度感測器及一氧化碳感測器量測嬰兒之睡眠位置、體溫及周圍一氧化碳濃度，再透過 Wifi 模組將感測器收取到的資訊傳輸至伺服器。

2.3 殘差網路

ResNet50 ResNet50

2.4 面部辨識

2.4.1 DeepFace

DeepFace DeepFace

2.4.2 FaceNet

FaceNet FaceNet

三、 研究方法

3.1 系統流程介紹

系統流程介紹系統流程介紹

3.2 臉部遮擋辨識

3.2.1 資料集前處理

資料集前處理資料集前處理

3.2.2 資料集分類定義

資料集分類定義資料集分類定義

3.2.3 模型訓練

模型訓練模型訓練

3.3 姿勢辨識

3.3.1 資料集分類定義

資料集分類定義資料集分類定義

3.3.2 模型訓練

模型訓練模型訓練

四、實驗設計與結果

4.1 臉部辨識實驗

4.1.1 實驗評估方式

臉部辨識實驗評估方式 臉部辨識實驗評估方式

4.1.2 實驗結果分析

臉部辨識實驗結果分析 臉部辨識實驗結果分析

4.2 臉部遮擋分類實驗

4.2.1 實驗設計

臉部遮擋分類實驗 臉部遮擋分類實驗

4.2.2 實驗評估方式

臉部遮擋分類實驗 臉部遮擋分類實驗

4.2.3 實驗結果分析

臉部遮擋分類實驗 臉部遮擋分類實驗

4.3 姿勢分類實驗

4.3.1 實驗設計

姿勢分類實驗 姿勢分類實驗

4.3.2 實驗評估方式

姿勢分類實驗 姿勢分類實驗

4.3.3 實驗結果分析

姿勢分類實驗 姿勢分類實驗

4.4 影片危險偵測實驗

4.4.1 實驗設計

影片危險偵測實驗 影片危險偵測實驗

4.4.2 實驗評估方式

影片危險偵測實驗 影片危險偵測實驗

4.4.3 實驗結果分析

影片危險偵測實驗 影片危險偵測實驗

五、 總結

5.1 結論

本研究分別利用了有顯影劑增強以及無顯影劑增強之電腦斷層影像進行冠狀動脈分割實驗，結果顯示，在有顯影劑增強之電腦斷層影像中，深度學習模型已能十分有效的將冠狀動脈分割任務完成，並且能夠提供良好的分割結果以進行相關應用。

對於無顯影劑增強影像之冠狀動脈分割任務，深度學習模型對於冠狀動脈分割也能達到一個初步的成果，取得大致的冠狀動脈主要分布，對於醫師在缺少有顯影劑增強的資料，如受檢者因為身體因素無法接受顯影劑注射時，能夠做為額外的輔助診斷資訊。

本研究將既有的已標記之有顯影劑增強影像，以 CycleGAN 進行影像的風格轉換，產生虛擬的無顯影劑增強影像，做為無顯影劑增強影像冠狀動脈分割任務的額外訓練資料，並且有效地輔助無顯影劑增強資料進行訓練，使得模型結果有所提升。

最後本研究也以有顯影劑增強之影像所分割出的冠狀動脈結果，以 3D Slicer 插件的形式，實作鈣化位置偵測以及狹窄度分析的應用，提升了有顯影劑增強影像及其冠狀動脈分割結果在應用上的價值。

5.2 未來展望

本研究尚有一些能夠改進的部分，期望能在未來繼續研究進行改善與加強。

在冠狀動脈分割模型的部分，目前對於無顯影劑資料進行分割的結果尚還不如有顯影劑的資料，且目前的訓練資料數量還是不足以提供很好的多樣性，導致對於不同的樣本模型效果差異較大，此外本研究在模型及資料前處理的部分也較為簡單，或許未來能透過使用更複雜的模型、更複雜的前處理方法，例如取得更多的原始影像特徵，來提升冠狀動脈分割模型的效果。

在 CycleGAN 的模型訓練過程中，如何以量化的方式評估 CycleGAN 進行風格轉換的效果，目前尚是一個未解決的問題，或許未來能設計一個評估的演算法，如利用邊緣偵測方式評估心臟結構是否有被改變，以及利用影像 HU 值分布範圍來評估目前的影像為有、無顯影劑增強，使得 CycleGAN 結果能夠更加精確地被評估。

最後在相關應用的部分，目前提供的方法是以輔助醫師診斷為主，尚未能夠提供較全面的自動化流程，在鈣化位置偵測方面，目前需要手動輸入 HU 值範圍以進行鈣化位置的偵測，未來或許能透過無顯影劑資料預先計算受檢者的鈣化分數，並將其與有顯影劑資料偵測之鈣化位置計算的鈣化分數進行比較，或做為模型訓練的目標，訓練一個能直接找尋鈣化位置的模型，進而直接提供一個較準確的初始結果，減少手動調整的需求。而在狹窄度偵測方面，由於目前沒有取得血管狹窄相關的標註資料，因此尚未能直接對於血管狹窄的狀況進行偵測，而是僅能提供拉直後的血管影像、管徑趨勢等輔助判斷資料，若未來能取得相關標註資料，或許便能進一步以深度學習方式來解決此問題。