

攜帶型嬰兒照護裝置之研究與開發

Study and Development of Portable Device for Baby Care

呂崇富

致理科技大學資訊管理系
新北市板橋區文化路1段313號
peter61@mail.chihlee.edu.tw

王麒傑

致理科技大學資訊管理系
新北市板橋區文化路1段313號
10310313@mail.chihlee.edu.tw

摘要

國內外有關嬰兒窒息死亡及嬰兒遭竊等新聞事件均層出不窮，而類似事件所帶來傷痛是家長一次也承受不起的。因此，本論文將以嬰兒窒息死亡及嬰兒遭竊為研究課題，探討其發生原因及可行防治方法，並研發相關軟硬體裝置，以降低相關事件的發生。市面上有許多穿戴式的感測裝置，但絕大多數都是價格昂貴且有些必須緊貼皮膚使用，因而長期配戴可能傷及嬰兒皮膚。因此，本研究將研發一種低成本、小尺寸的攜帶型嬰兒照護裝置，使用時可置於尿布或衣物上避免直接接觸嬰兒皮膚。

我們的裝置可自動發送警報來提醒照護者有關嬰兒窒息或遭竊之警訊，當偵測到嬰兒處於窒息或趴睡等狀態時，照護者現有的智慧型行動裝置(如智慧型手機、平板電腦等)便會收到警訊而發出警示提醒照護者。另外當我們的裝置與照護者的智慧型行動裝置之距離超過藍芽傳輸範圍時，智慧型行動裝置也會發出警報聲響提醒照護者。

關鍵詞: 嬰兒照護、窒息、藍芽、攜帶型。

Abstract

Domestic and foreign news about infantile suffocation and baby theft and other news events are endless, and similar incidents brought about by the pain of parents once cannot afford. Therefore, this study will focus on infant suffocation and infant theft as the research topic, to explore its causes and feasible prevention and control methods, and research and development of related hardware and software devices to reduce the occurrence of related events. There are many wearable sensing devices on the market, but most are expensive and some must be close to the skin, so long-term wear may hurt the baby's skin. Thus, we will develop a low-cost,

small-size, non-attached portable baby care device that can be placed on a diaper or clothing to avoid direct contact with the baby's skin.

The non-attached portable baby care device automatically sends an alert to alert the caregiver about the choking or theft of the baby. When our device detects that the baby is in a choking state or sleeping face down, caregiver's existing smart mobile device (such as a smartphone, tablet, etc.) will receive a warning and alert to caregivers. In addition, when the distance between our device and the caregiver's smart mobile device exceeds the Bluetooth transmission range, smart mobile device will also alert to caregivers.

Keywords: baby care, suffocation, Bluetooth, portable

一、前言

(一) 研究動機與目的

國內外嬰兒窒息致死事件從不曾間斷，起因通常是照護者未能在第一時間發現嬰兒已窒息，並未能及時處理或錯過第一時間的急救時機所致。此外，國內外竊嬰或嬰兒綁架事件也常有耳聞，例如1932年的林白小鷹綁架撕票就是美國歷史上最著名的綁架案之一，而近期的2016年亦有奈及利亞嬰兒綁架遭勒索贖金之案例。上述種種案例顯示，因嬰兒身體機能發育尚未健全，在疏於照顧狀況下，常有不可挽回的意外事故發生，而類似事件所帶來的傷痛卻是嬰兒家屬所難以承受與面對。

國內外層出不窮的嬰兒窒息致死、竊嬰或嬰兒綁架事件是觸發本研究的主要動機，我們蒐集嬰兒窒息、竊嬰或嬰兒綁架的相關文獻與資料後，發現目前針對防止窒息的產品均有體積過大、攜帶安裝不便或價格昂貴等缺點，實在難以讓一般民眾願意去採購相關產品在嬰兒居家照護或攜嬰外出時使用。此外，目前防竊嬰裝置尚未有較成熟的指標性產品。因此我們希望能研發一款成本較低、體積較小、易於攜帶、安裝與使用簡便，並具偵測嬰兒窒息及竊嬰狀況發生的裝置，以提供一般家庭居家與外出照護嬰兒之用。我們希望透過相關研究成果，可有效減少嬰兒窒息致死、竊嬰或嬰兒綁架事件發生，避免照護者因無法於第一時間得知嬰兒窒息或遭竊，造成延誤就醫或嬰兒被他人擄走而失去至親的傷痛。有關本研究主要目的說明如下：

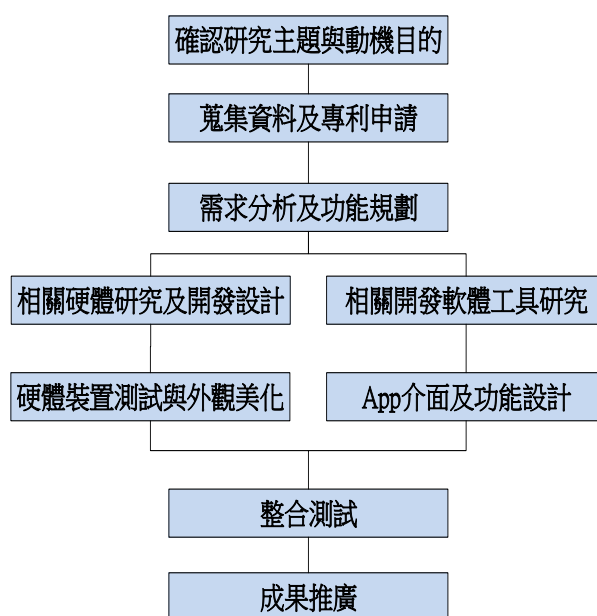
1. 有效降低嬰兒窒息死亡事件：由於嬰兒窒息的死亡案例層出不窮，而照護者發現嬰兒發生窒息情況往往也為時已晚。根據報導指出，剛出生嬰兒由於肢體還沒健全，一旦趴睡便無法自己轉頭或者翻轉，為避免嬰兒猝死情況發生，建議一歲以下的嬰兒應該要仰睡，盡量不要趴著睡也不要側睡。因此，我們的主要的目的就是為了防止一歲以下的嬰兒發生窒息狀況，尤其是6個月內的嬰兒，而該歲數嬰兒並無法自主性經常翻身趴睡，一旦趴睡也無法自己轉頭或者翻轉，故才會窒息死亡率特別高。我們希望透過結合相關感測器來偵測嬰兒是否發生窒息情況，並在嬰兒翻身趴睡或窒息狀況發生的第一時間自動發出警示提醒通知照護者，讓照護者可在第一時間做出適當的處理或急救，以降低嬰兒發生窒息死亡的情況。
2. 有效降低竊嬰事件：由於嬰兒遭竊案例也常有耳聞，而照護者往往也無法在第一時間發現嬰兒已發生遭竊的情況，故我們希望透過結合相關感測器來偵測是否發

生嬰兒遭竊情況，並在嬰兒發生遭竊的第一時間自動發出警示提醒通知照護者，讓照護者可在第一時間做出適當反應與處理，以降低發生竊嬰事件的機會。

3. 成本低、體積小、易於攜帶、安裝與使用簡便之裝置：本研究結合智慧型行動裝置，開發一個防止嬰兒窒息及竊嬰之攜帶型嬰兒照護裝置及App，而App可直接安裝於照護者現有的智慧型行動裝置(例如智慧型手機、平板電腦等)，以使該等智慧型行動裝置可直接成為防嬰兒窒息及竊嬰的自動警示裝置，以節省相關硬體成本與裝置尺寸，以達到易於攜帶、安裝與使用簡便之目的。

(二) 研究範圍及方法步驟

本研究以防止嬰兒窒息與竊嬰為目標，並以零歲至一歲間之嬰兒相關防制措施為研究主體，至於成人以及老年人的窒息狀況與照顧裝置並不在本研究範圍。經由嬰兒窒息與竊嬰防範相關探討後，本研究分別針對硬體裝置主體及App軟體兩個部分加以研發與整合，相關的研究方法及步驟如圖一所示，並概要說明如下：



圖一、研究方法及步驟流程圖

1. 確認研究主題與動機目的：觀察生活周遭所遇到問題，並提出來討論後，確定研究方向並深入思考想要達成的目的。
2. 蒐集資料及專利申請：找尋及統整相關文獻資料做為研究參考依據，並於創作概念形成即申請專利保護。目前本研究在創新性的表現上已獲得中華民國專利(新型第M544077號)。
3. 需求分析及功能規劃：以問卷調查方式作為需求分析工具，問卷分別針對嬰兒健康照護狀況、手機App使用及受訪者基本資料等加以相關調查，藉以了解照護者對於嬰兒相關事件的態度及反應，以及對防止嬰兒窒息及竊嬰之攜帶型嬰兒照護裝置的接受程度與需求後，再進一步分析研究以及做相關功能性規劃。

4. 相關硬體研究及開發設計：研究相關硬體模組及感測器的使用方式及如何擴充功能後，設計繪製達到所需要功能的相關硬體電路圖，並按照所繪的電路圖製作出實體裝置。
5. 硬體裝置測試與外觀美化：撰寫硬體裝置相關軟體程式，並針對硬體裝置進行個體測試，另設計硬體電路的包覆外殼雛型，以達成美觀及保護的雙重功效。
6. 相關開發軟體工具研究：研究學習如何使用相關開發工具撰寫App程式，做為軟體功能設計時的基礎。
7. App介面及功能設計：針對所規劃之功能需求，使用相關開發工具撰寫設計App軟體，而介面設計以簡約風格為主，讓照護者能更輕易上手。
8. 整合測試：結合硬體裝置主體及App軟體一同進行整合測試，檢視是否有相容性等問題，並找出原因加以排除。除了自行檢測外，也開放給其他人試用，並收集反饋的資訊，加以改善缺失。
9. 成果推廣：製作使用說明書及發表成果，並參加相關競賽以及尋求可能的產學合作機會等。目前本研究已獲得2017馬來西亞ITEX國際發明展銀牌與2017日本東京創新天才發明展金牌之肯定，並正與廠商洽談技術轉移及產學合作之相關可行事宜。

二、相關文獻探討與背景知識

本研究除了電子及資訊相關專業技術領域外，因相關內容亦涉及一些醫療專業知識，因此在尋找文獻過程中，亦請教許多醫師的專業建議以支持本研究的可行性。有關本研究相關文獻及基礎背景知識整理如下：

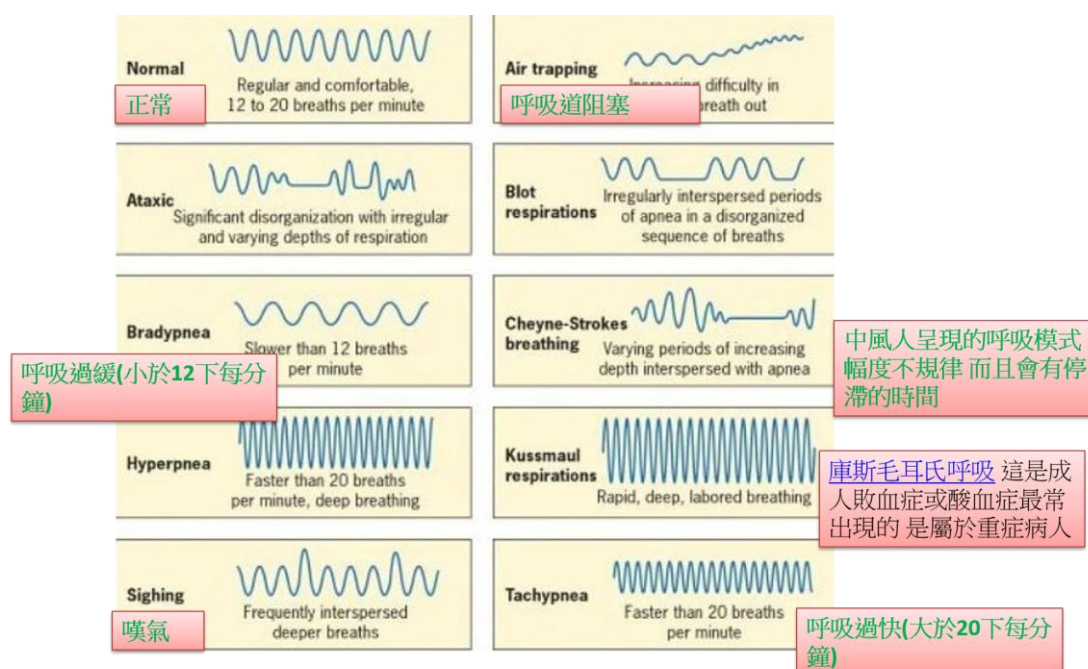
(一) 嬰兒窒息相關文獻回顧與探討

正常成人的呼吸速率通常是每分鐘12~20下(如圖二)，每個人或多或少有些微差異性，甚至有人天生呼吸就比較慢(可能每分鐘少於12下)。但是嬰幼兒的呼吸則會依照不同年紀而有不同的速率(如圖三)，年齡越小呼吸速率越快，而睡覺時候則會比較慢。

嬰兒慢性窒息的呼吸模式是呼吸速率漸漸加速(吸和吐變快)且震幅(腹部起伏)變緩[1-2]，但因每個人的正常呼吸模式會有些微差異性，所以臨床上都會以個人平常呼吸速率當參考基準，再酌以一些變異容忍度作為相關參數設定與偵測之依準。

2016年TVBS新聞報導指出，剛出生沒多久的嬰兒，由於肢體還沒健全，一旦趴睡，無法自己轉頭或者翻轉，因此為避免嬰兒猝死的情況發生，建議一歲以下的嬰兒應該要仰睡，盡量不要趴著睡也不要側睡，以維持呼吸道的暢通，而且大人小孩必須分床，嬰兒床不能有像是枕頭、毛巾以外的鬆軟物，床要選擇堅硬並保持乾淨。然而很多嬰幼兒家長基於家庭環境與個人因素，往往違背了上述的照護建議。

根據IBABY愛寶貝親子網在分析104年發生的338件兒童事故傷害新聞事件後，發現相關事件共導致51位14歲以下兒童死亡以及543位兒童受到身體或心理的創傷。其中導致死傷原因的前三名事故類型分別是「交通事故」、「建物/設施事故」及「照顧疏忽」；但若分析死亡原因，則是以「照顧疏忽」為第一名(如圖四所示)，其次為「交通事故」與「戲水事故」，而且「照顧疏忽」還連續三年蟬聯兒童致死原因榜首！

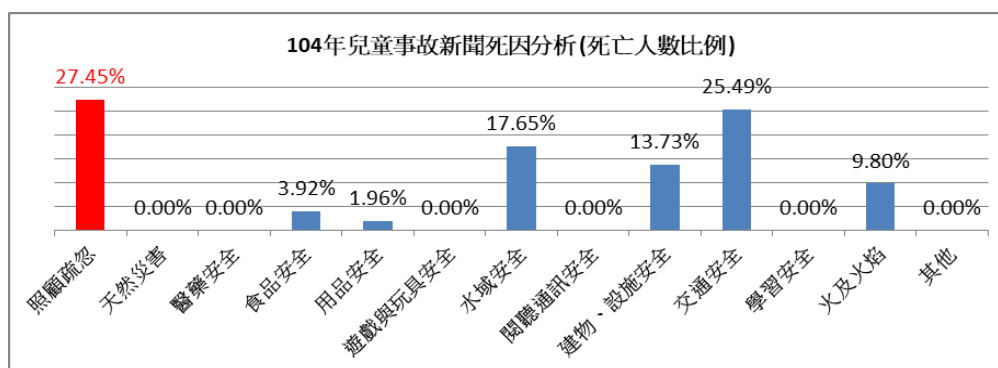


圖二、各種呼吸狀況 (圖片來源：<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/42/3c/14/423c14c6668772f22fcb7211e5a187ed.jpg>)

Approximate Age Range	Respiratory Rate
Newborn	30-50
0-5 months	25-40
6-12 months	20-30
1-3 years	20-30
3-5 years	20-30

圖三、嬰幼兒呼吸速率

(圖片來源：<http://emedicine.medscape.com/article/2172054-overview>)



圖四、嬰兒事故死亡人數比例

資料來源：IBABY愛寶貝親子網，104年兒童事故新聞死因分析

另進一步分析「照顧疏忽」的死亡案例後，更發現有超過五成兒童是於睡眠期間死亡，其中多半是因為被床周遭的枕頭、棉被、毯子等厚重物品掩蓋口鼻而無法呼吸；其次則因睡眠姿勢採用趴睡悶住口鼻，或因餐後未幫幼兒拍嗝導致溢奶或食物逆流而窒息；其他原因還包括讓嬰兒睡在有床護欄防止墜落的大床上，卻因護欄與床間的縫隙讓嬰兒翻落窒息等。而注意的是這些死亡個案皆為0~3歲無自保能力之嬰幼兒，只要照顧者稍有疏忽，0~3嬰幼兒就可能輕易喪命，因此，只要照顧者能夠提升自我的安全知能及敏感度，相關事故就能夠避免，因此，研究與開發相關偵測與自動警示裝置是有其價值性。

窒息監視系統在西元1970s末年才被用於一般家庭中[3]，目的是讓長期住院觀察與診療的嬰兒能盡早離開醫院回家自行照顧，避免越來越龐大的醫療費用。吳俊賢[4]提到近年來由於電子技術迅速發展，才有近代方便的窒息監視系統，窒息監視系統的技術也因此受到矚目，進而促進相關的研究與發展，而窒息監視系統一般可區分為接觸式與非接觸式兩種類型。接觸式的窒息監視系統種類繁多，大多是所採用接觸式的電極片作為偵測源，其原理是利用二或三個電極片分別貼覆在可量測受測者心肺狀況的位置(兩邊乳頭正下方或旁邊)，或將一個電極片放置於胸腔中央第五或第六肋骨上，再透過電極片所偵測的訊號，判斷脈搏與呼吸的次數，而接觸式的電極片是一種消耗性材料，使用一段時間就必須更換，長久下來耗材的負擔費用相當可觀。

因為嬰兒皮膚較細緻敏感，所以接觸式的窒息監視系統較不適合嬰兒長期使用，因此非接觸式嬰兒窒息監視系統的設計及研發便成為主流，但許多非接觸式嬰兒窒息監視系統大多採用偵測脈搏、心跳、氣體或影像辨識等技術，這些系統均有體積過大、不易攜帶、價格昂貴、安裝與使用繁瑣等缺點，且不具有防止嬰兒被他人偷抱走之功能，因此對於現有之嬰兒防窒息裝置有改進之必要。

(二) 嬰兒遭竊相關文獻回顧與探討

目前並無較具體有關嬰兒遭竊及防制方法的相關論文資料，大多是新聞事件的報導，例如1988年1名女嬰在佛羅里達州傑克森維爾市1家醫院遭人偷走，而在2017年發現她人還活著，而且住在南卡羅來納州，並已與親生父母透過視訊相認。另2016年在非洲國家奈及利亞北方包奇州也發生了嬰兒綁架事件，包括3名嬰兒在內的11名村民遭持槍歹徒綁架，家屬並接獲綁匪要求贖金的電話。

另外，在1932年3月1日深夜，美國發生治安史上的一件大事，美國飛行英雄查爾斯·林德伯格（林白）之年僅20個月大的長子，在新澤西州荷普威爾鎮附近自宅二樓臥室失蹤被綁，窗外還有歹徒留下的梯子，後來林白夫婦付了5萬美元贖金卻仍不見男嬰身影，也找不到歹徒，而在同年5月12日在新澤西州的樹林路邊發現該男嬰的屍體。

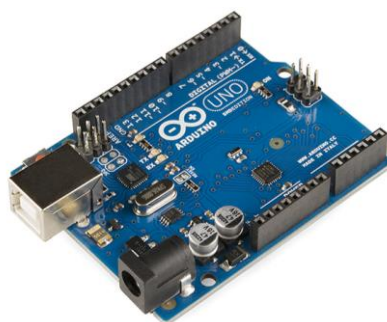
綁架案通常是為了贖金，或加害人情緒等問題所導致，而嬰兒綁架及竊嬰的相關事件在國際間層出不窮，且是極有可能危害嬰兒人身安全，在國內也時有所聞。另根據D'Orbán PT. [5]研究指出，在分析13項女性竊嬰案例後發現，女性竊嬰嫌犯通常是因為流產、遺棄等情緒而導致犯案。發生嬰兒綁架及竊嬰事件的主要問題，通常是未能在第一時間獲知並進行應變的處理措施，因而導致錯失及時緊急救援時間，因此研究與開發相關偵測與自動警示裝置是有其價值性，然而現今嬰兒照護產品中，防竊嬰裝置尚未有較成熟的指標性產品出現。

(三) 相關技術背景知識

透過相關偵測與自動警示裝置的協助，將可以提高嬰兒照顧者的自我安全知能及敏感度，以避免嬰兒窒息與竊嬰事件的發生，而有關本研究之相關裝置研發所需技術背景知識概述介紹如後。

1. Arduino

Arduino 是一個簡易的電子開發平台(如圖五所示)，包含硬體與軟體設計開發兩部分，硬體部分以一塊微控制器開發版為中心，可連接各種電子元件、感測器、馬達、燈光等，因此可做為硬體裝置整體開發核心元件，而軟體部分則可以使用容易上手的程式語言，並能方便運用較高階的基本核心函式庫，讓開發者能輕鬆撰寫程式碼並操控系統[6]。



圖五、Arduino UNO 開發板

2. 感測元件

運用不同的感測元件可偵測相關監控數值之變化，常見的感測器包括溫度、濕度、亮度、氣體成分、加速度、方向、碰撞、按壓、物體接近、距離、用電量等，或像醫療應用中常見的心跳、血壓、血氧濃度等[7]。藉由各種感測器 (Sensor)擷取所需監控資訊，並對訊號作正確解讀與數位化後便能送到網路層，進行進一步分析與應用。

(1)陀螺儀與加速度計

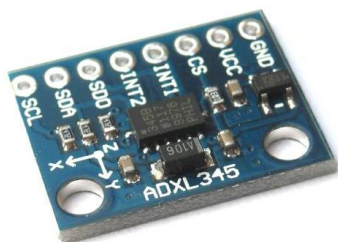
陀螺儀可以應用在人體動作分析與關節活動角度等相關研究中，例如使用陀螺儀來量測足部動作之角速度數據 [1, 10]。由於陀螺儀主要偵測物體移動之角速度，只要放置位置在同一肢段的相同平面，即使位置不同，也會得到一樣的訊號[8]。

(2)加速度偵測器

加速度偵測器 (Accelerometer，或稱加速度計)是一種微機電系統 (MEMS，Micro-Electro-Mechanical Systems)，它可以偵測物體的加速度，並以電壓或脈衝訊號等形式輸出。而三軸加速度偵測器可同時偵測空間中 X、Y、Z 三個座標軸方向上的加速度狀況 [7]，可用於偵測物體是否處於水平、鉛直等位置，或用來偵測物體震動或受力的方向與強度等，其主要特性包括 3 個方向都可偵測 $\pm$ 數個 g 的加速度、可選擇以 5V 或 3.3V 直流供電、內含 3.3~5V 穩壓電路、耗電量極低等。例如 ADXL345(如圖六所示)是一種小巧纖薄的超低功耗三軸加速度偵測器[9]，可以對測量範圍高達 $\pm 16g$ 的加速度進行高解析度 (13 位)，數位輸出資料為 16 位元二進位，可透過 SPI (3 線或 4 線) 或 I²C (Inter-Integrated Circuit) 內部積體電路的方法來傳輸資料。

ADXL345 具備的高解析度 (3.9mg/LSB) 能夠測量不到 1.0° 的傾斜角度變化，非常適合移動設備的應用，除可在傾斜檢測應用中測量靜態重力加速度外，還可以測量運動或衝擊導致的動態加速度。

使用 ADXL345 等數位輸出加速度偵測器時，無須進行模數轉換，可以節省系統成本和電路板體積。其提供許多特殊檢測功能，這些檢測功能可以獨立映射到兩個中斷輸出引腳中的一個，而活動和非活動檢測功能是透過比較任意軸上的加速度與用戶設置的門檻值來判斷檢測有無發生運動；敲擊檢測功能則可以檢測任意方向的單振和雙振動作；自由落體檢測功能可以檢測器件是否正在掉落。



圖六、ADXL345 三軸重力加速度／傾斜角度偵測器

3. 藍芽技術

藍芽 (Bluetooth) 是在 1994 年由易利信(Ericsson)所設計的方案，是一種無線傳輸技術，屬於無線個人區域網路 (Wireless PAN)，當初的目的是提供手機和其他硬體周邊一個資料傳遞的低耗電的連結方式，後來在 1999 年 5 月 20 日，藍芽技術聯盟訂定相關技術標準[9]。

藍芽可以讓電腦、個人數位助理 (PDA)、筆記型電腦、行動電話、印表機、掃描器、數位相機、家電用品、喇叭之間進行短距離的無線連結，原理是在 ISM 頻帶中傳輸資料及語音。每一種具備藍芽技術的裝置皆擁有標準的位址，像是網路一樣都有獨特的 IP 位置，每個藍芽技術連接裝置都具有根據 IEEE 802 標準所制定的 48-bit 地址。

理論上，藍芽使用低功率的無線電可以進行 1 對 1 或 1 對 10 的多方連結，傳輸範圍至少可達 10 公尺，不僅具有每秒 1MB 的高傳輸效率，同時也可以使用 pin 碼進行加密編碼以保護資料。藍芽利用跳頻展頻 (Frequency-hopping spread spectrum) 技術，具備每秒 1600 hop 的 hopping 率，經由載波快速在不同頻率中切換，並在接收與發射端使用偽隨機 (PseudoRandom) 的過程，因此很難被電磁波攔截及阻斷[9]。

4. Android

Android 是由以 Google 公司為中心的開放手機聯盟 (OHA, Open Handset Alliance) 提供給行動裝置使用的開放原始碼平台。除了作業系統以外，還包含函式庫與虛擬機器、軟體開發套件 (SDK, Software Development Kit) 等，其最大的特色在於免費使用，可以自由開發各種應用程式。

三、攜帶型嬰兒照護裝置

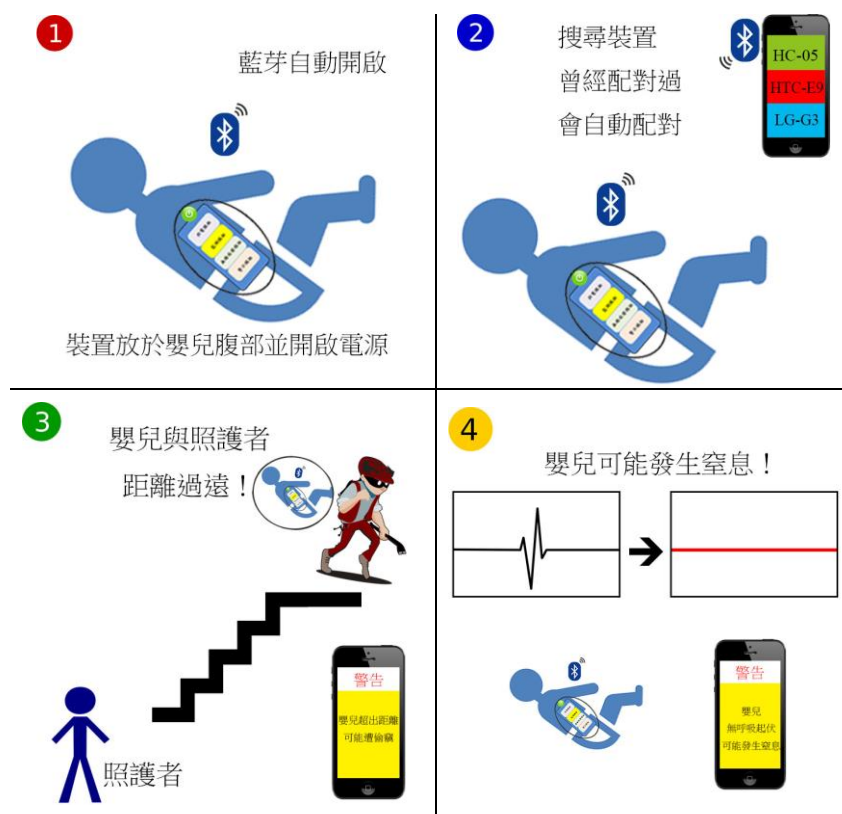
目前嬰兒防窒息裝置大多採用偵測脈搏、心跳、氣體或影像辨識等技術，但這些防窒息裝置通常需要架設大型專業機具器材，或需在嬰兒稚嫩皮膚上黏貼感測器材，普遍都有體積過大、不便攜帶外出、安裝架設繁瑣且專業性高、使用操作繁瑣或價格昂貴等缺點，所以並不適合一般家庭之嬰兒居家照護使用，因此目前大多是在醫療院所中使用。此外，這些嬰兒防窒息裝置並不具有防止嬰兒被他人偷抱走之功能。

本研究為降低嬰兒窒息事件發生機率，採用目前已成熟的無線傳輸技術與偵測元件，其警報用戶端裝置可直接使用照護者現有之各式智慧型行動裝置(如智慧型手機、平板電腦等)，因此整體硬體裝置體積小、成本低廉且具有可攜性，亦可作為防竊嬰裝置使用。本研究成果分為硬體裝置主體及App應用程式兩個部分，接下來將針對使用情境及相關成果分別介紹說明。

(一) 使用情境說明

本研究的攜帶型嬰兒照護裝置是由一個硬體裝置主體與一個對應的App應用程式所組成，可偵測嬰兒呼吸時之腹部起伏狀況，具有體積小、低成本、可攜性、安裝及操作簡便等特點，並適合一般家庭之嬰兒居家照護或攜嬰外出之用。當硬體裝置主體與事先安裝對應App應用程式的智慧型行動裝置(例如智慧型手機、平板電腦等)之距離超出藍芽無線傳輸範圍時，該智慧型行動裝置就會立即發出警示聲響，使本裝置亦可作為防竊嬰之用。

本研究結果可以有效的降低嬰兒窒息死亡及嬰兒被竊的機率，相關應用情境示意如圖七所示，並配合流程步驟解說整個應用情境如下：

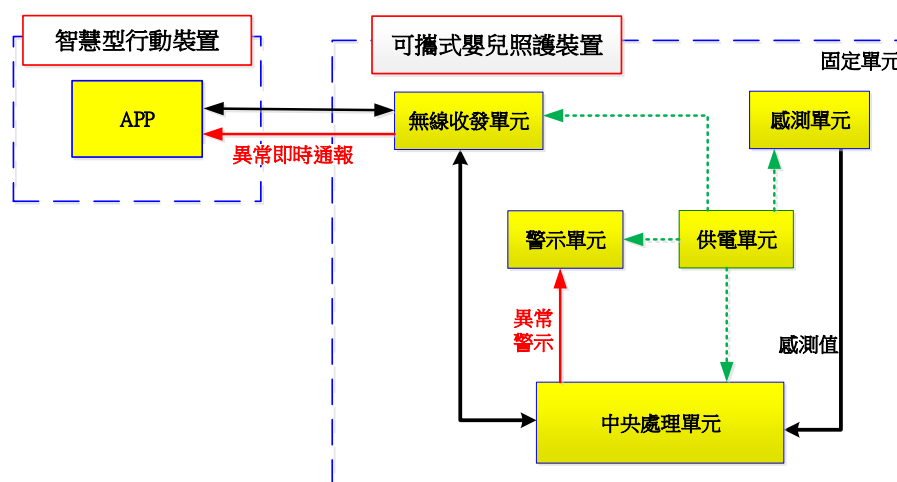


圖七、應用情境示意圖

1. 照護者先將硬體裝置主體放於嬰兒腹部(貼於尿布上側)，再開啟硬體裝置主體的電源開關。
2. 照護者使用事先安裝對應App應用程式的智慧型行動裝置搜尋硬體裝置主體以進行藍芽配對與連線，並可在App應用程式中查看連線的相關資訊。若是先前藍芽已有成功配對過，往以使用時，只要開啟藍芽將會自動配對連線。
3. 硬體裝置主體在開啟運作狀態下，當照護者離開嬰兒之距離超過藍芽傳輸距離時，除硬體裝置主體會立即發出警示聲響外，照護者身上的智慧型行動裝置也會立即發出提醒訊息、振動及聲音等警示，讓照護者能立即採取必要措施，以防止竊嬰狀況發生。
4. 當硬體裝置主體偵測到嬰兒趴睡或是無呼吸狀況時，除硬體裝置主體會立即發出警示聲響外，照護者身上的智慧型行動裝置也會立即發出提醒訊息、振動及聲音等警示，讓照護者能立即採取必要措施，以防止嬰兒發生窒息狀況。

(二) 硬體裝置主體

硬體裝置主體之構造是由固定單元、供電單元、中央處理單元、感測單元、無線收發單元及警示單元所組成，其架構示意圖如圖八所示。固定單元是可將整個硬體裝置主體固定安置於嬰兒腹部/尿布上的外殼或腰帶。供電單元目前採用一般乾電池，以提供硬體裝置主體運作所需之電力。中央處理單元負責相關資訊處理與控制，採用Arduino Nano版為主要核心。呼吸會伴隨腹部起伏，若窒息則會停止呼吸，因而腹部也將停止起伏，因此，我們的感測單元主要是使用三軸加速度感測器來偵測嬰兒呼吸時之腹部起伏變化及是否發生趴睡狀況，進而達到偵測窒息之目的。另經文獻探討發現藍芽屬低功率無線傳輸技術，較不會對人體發生傷害，所以無線收發單元採用藍芽無線傳輸技術，用以發射無線訊號至內建藍芽功能之智慧型行動裝置(例如智慧型手機、平板電腦等)。警示單元則採用蜂鳴器，當嬰兒發生窒息、趴睡或遭他人偷抱走時，硬體裝置主體可以直接發出警示聲響。



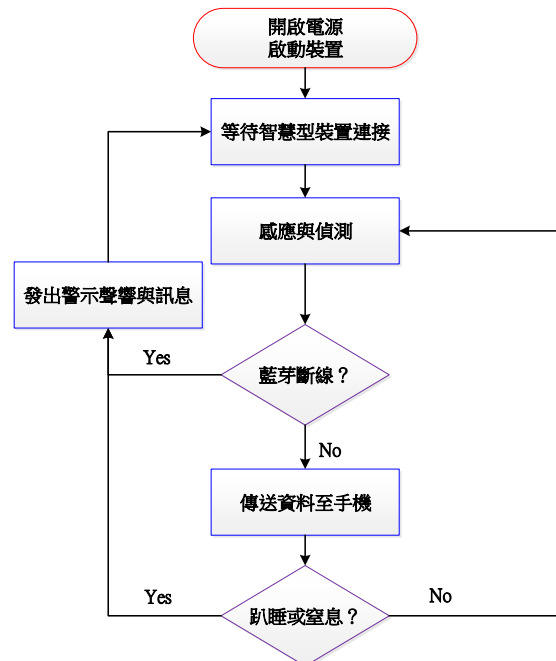
圖八、硬體架構示意圖

照護者可將硬體裝置主體固定於嬰兒腹部或尿布上側(如圖九所示)，再開啟裝置的電源開關。有關硬體裝置主體之運作流程概念示意如圖十所示，其主要是監測與判斷兩

個種異常狀況是否發生，一個是藍芽無線傳輸是否斷線，另一為是否發生趴睡或窒息狀況，當有以上任一個異常狀態發生時，就會立即發出警示聲響與訊息，以提醒照護者立即做適當之處置措施。

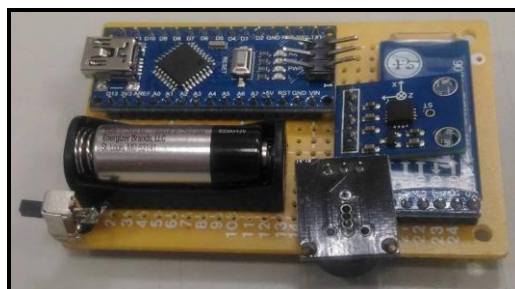


圖九、硬體裝置主體使用方式示意圖



圖十、裝置運作流程概念

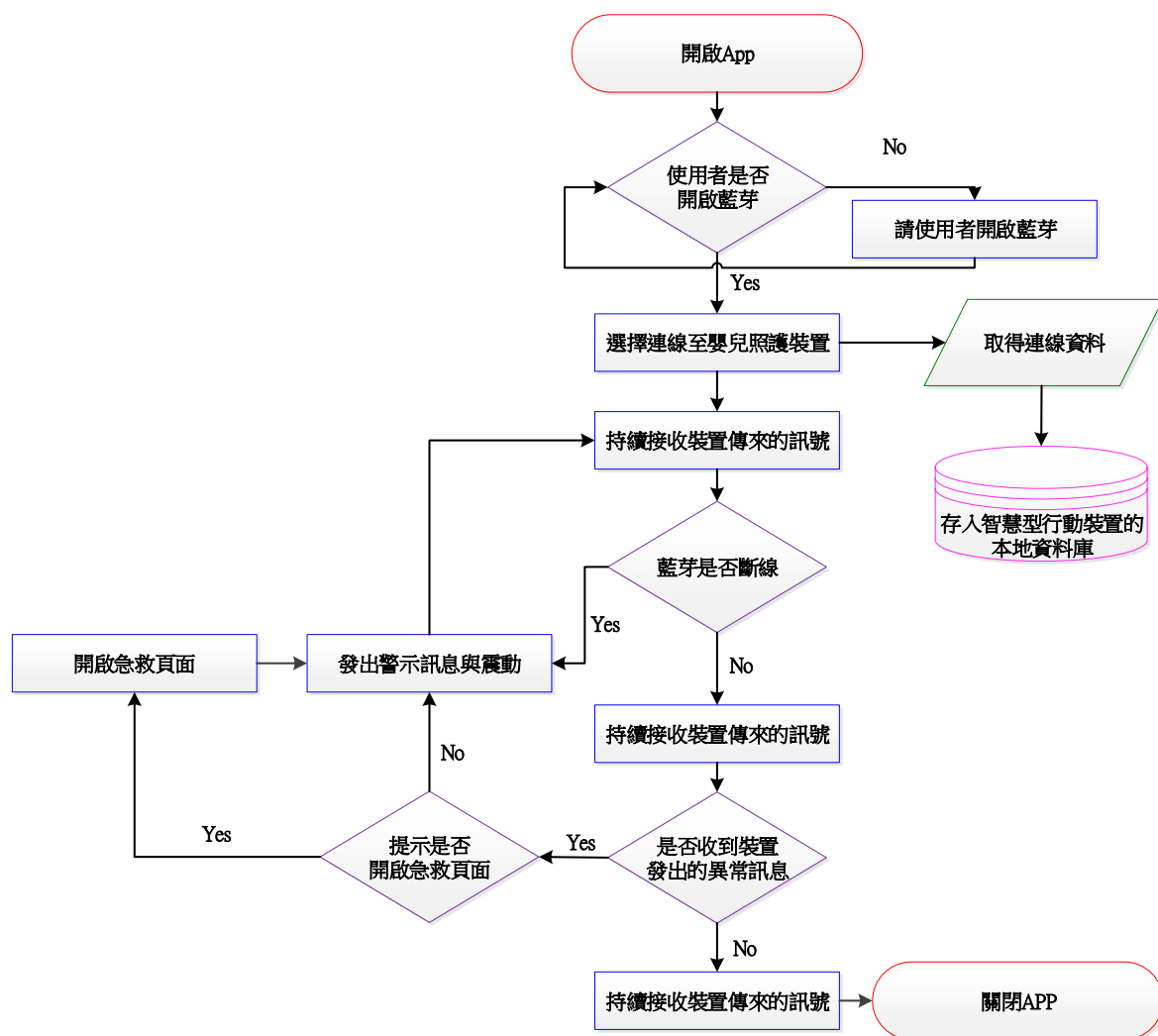
圖十一為硬體裝置主體之原型內部照片，目前各元件單獨購置成本合計約新台幣六百多元，整體尺寸約7.5cm*5.4cm*1.8cm左右，若是將來商品化重新電路設計佈局(Layout)與量產後，相關尺寸及成本預估均能再降低許多。



圖十一、硬體裝置主體之原型內部結構

(三) App應用程式

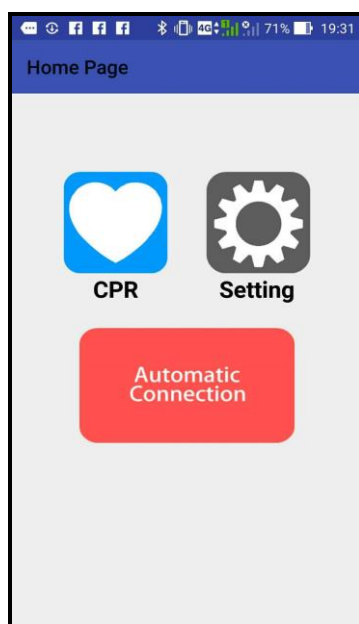
App應用程式採用較淺顯易懂的介面設計，並能在照護者的智慧型行動裝置(例如智慧型手機、平板電腦等)背景中持續運作執行，以期當偵測到異常狀況發生時，能在第一時間通知照護者。另當發生嬰兒窒息緊急狀況時，照護者的智慧型行動裝置除了會立即發出警報外，並會顯示一個簡易急救導引畫面，讓照護者可以在醫護人員到來前先行依照指示做初期的急救處理。圖十二是App應用程式之運作流程示意圖，照護者首先開啟與硬體裝置主體搭配的App應用程式後，一開始會提醒照護者是否開啟藍芽，接著選擇藍芽裝置做配對連接，若藍芽配對連接成功就會先將連線資料記錄存入該智慧型行動裝置的本地資料庫中，接著開始接收硬體裝置主體傳輸過來的資料。當藍芽斷線或是接收判定發生異常狀況的資料後，智慧型行動裝置會震動並且發出聲響以提醒照護者。



圖十二、App應用程式之運作流程示意圖

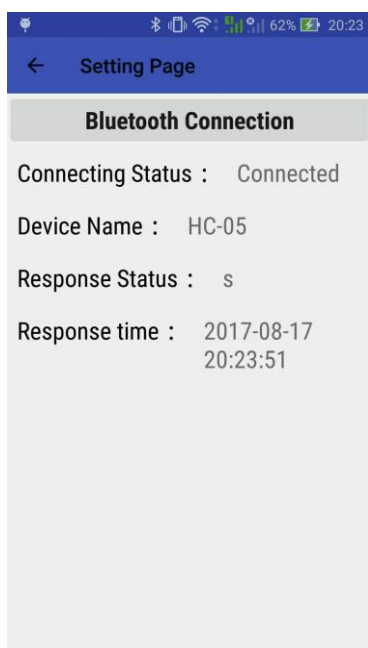
當已事先安裝App應用程式之智慧型行動裝置接收到硬體裝置本體所發出的窒息/趴睡異常狀況資訊時，除會立即發出警報聲響與震動外，並能顯示簡易急救教學步驟畫面，以供照護者參考。另照護者可以自行設定警報方式及警示時間長度等。圖十三是App應用程式的主畫面，其包括三個主功能按鈕，分別是簡易急救教學(CPR)、設定(Setting)

、自動連線(Automatic Connection)。點選「CPR」按鈕可進入簡易的嬰兒急救教學說明頁面、點選「Setting」按鈕可選擇連線的藍芽裝置以及查看當前的裝置狀態，而前一筆成功配對連線過的藍芽設備則可以直接點選「Automatic Connection」按鈕來進行連線。

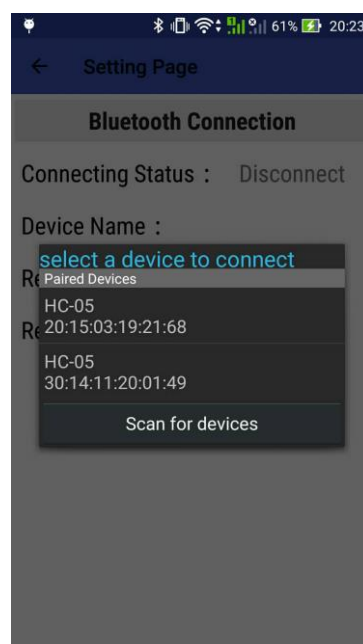


圖十三、App應用程式主畫面

從主畫面點選「Setting」按鈕可以進入設定頁面 (如圖十四所示)，在設定頁面中可以點選藍芽連接來連接到裝置，並會出現目前連接狀態、裝置名稱、回報狀態與回報時間等資訊。經由點選設定頁面中的「Bluetooth Connection」後，就會進入搜尋已儲存藍芽裝置的畫面(如圖十五所示)，隨即點選某藍芽裝置的編號後即可進行正常連線程序。

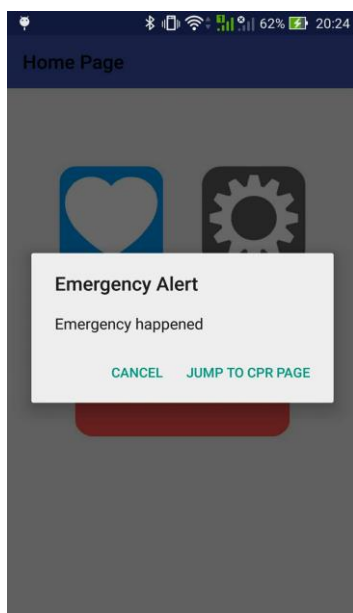


圖十四、設定功能畫面

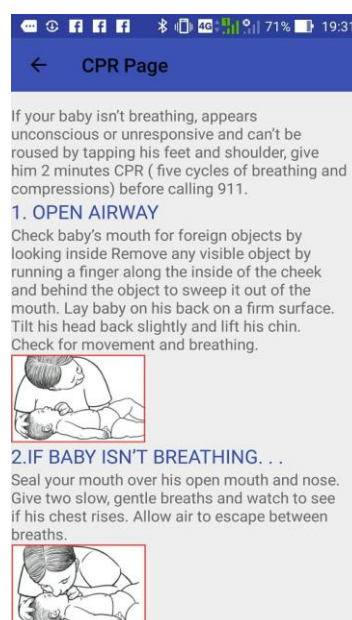


圖十五、選擇連接裝置畫面

當嬰兒趴睡或是窒息狀況發生時，照護者的智慧型行動裝置會即時跳出警示訊息(如圖十六所示)，並發出震動與發出聲響，以提醒照護者前往察看與處理，並從跳出的警示畫面可直接連接到簡易嬰兒急救教學頁面。另從主畫面中點選「CPR」按鈕也能進入簡易急救教學頁面(如圖十七所示)，簡易急救教學畫面最主要表達的訊息是當照護者不知該如何應對嬰兒窒息狀況時，可以給予一個簡易的急救措施提示，讓照護者不會因一時心慌導致遺憾發生。

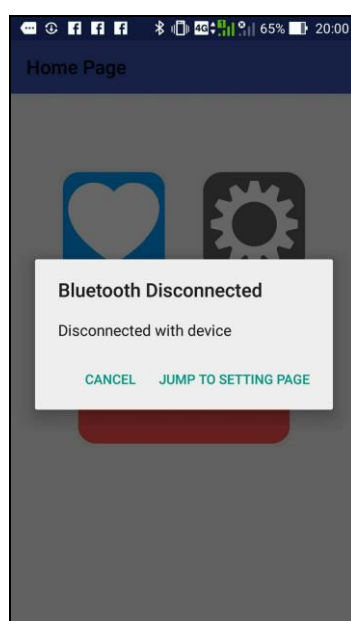


圖十六、嬰兒趴睡或窒息警示畫面



圖十七、簡易嬰兒急救教學畫面

當藍芽裝置斷線時，即有可能是嬰兒與照護者距離已超出藍芽傳輸範圍(根據實測約15至20公尺)，因此嬰兒可能已被其他人抱離照護者身邊，此時照護者的智慧型行動裝置會即時震動與發出聲響(如圖十八所示)，以提醒照護者注意嬰兒目前的所在位置。



圖十八、竊嬰情況警示畫面

(四) 成果分析與比較

市面防窒息相關產品就其功能特點來區分，大致可概分為專業醫療設備類、床墊壓力類、影像監視類及其他可檢測心跳或呼吸之小型產品等幾個類別：

1.專業醫療設備類

市面上雖有民用級的醫療設備可用於監測心跳，然而這類產品通常有價格昂貴、攜帶不便、安裝架設繁瑣、專業性質高等缺點，一般居家照護者是不太可能採購於家中使用。

2.床墊壓力類

目前有許多偵測嬰兒呼吸所產生的氣壓或胸腔壓力來判斷是否陷入窒息狀態的產品，然而這類產品也有體積大、攜帶收納不便等缺點，而價格對於一般家庭而言也算不便宜，大約新台幣13,000左右。

3.影像監視類

已有家用監視系統可透過影像來判斷嬰兒是否處於窒息狀況，並能夠連接網路讓照護者在外也能查看嬰兒狀況，但是影像辨識的判斷程度不夠精確，且需固定於某個位置，因此並不方便外出攜帶使用，而價格也稍偏高，大約新台幣11,000左右。

4.其他可檢測心跳或呼吸之小型產品

目前市面上有許多智慧型手環、運動手環都能夠用來檢測使用者的心跳指數，但使用者在使用時需保持一定的靜止狀態，且產品要緊貼於使用者皮膚上，因此並不適用於皮膚細嫩的嬰兒身上。而類似產品價格大約新台幣1000~16000左右。

雖然市面上防窒息類似產品主要也是針對未滿一歲的嬰兒為對象，但還是常有許多遺憾發生在未滿一歲嬰兒之照護疏忽上，主要原因可能是因為市面類似產品之成本及操作等種種問題，致使無法被一般家庭之嬰兒居家照護者所接受採用。因此本研究極力希望可以避免這些類狀況發生，我們的研究成果除具有體積小、便於攜帶、安裝操作簡易等特色外，在成本方面也進行低價化考量，目前的少量雛型版本之成本約新台幣600多元，但由於目前裝置內的所有零件都是單獨少量採買，因此成本相對會比量產商品化後要來得高出許多，因此希望日後能夠商品化以造福更多家庭。

我們在研發時考量的因素不只成本壓低與單純功能上的目的，最重要的是環保問題與對於嬰兒身上的影響。本研究結果直接將照護者現有之智慧型行動裝置(智慧型手機、平板電腦等)作為警報器，除避免資源浪費也方便操作使用，因此將資源妥善利用也是特色之一。

目前市面上常見較易使用的防止嬰兒窒息警報裝置包括Angelcare AC1200、Snuza Hero、UBC-002B等，這些防窒息裝置在防窒息功能差異並不大，只有外觀設計、使用方式上的些許不同，而相關防止嬰兒窒息警報裝置與本研究結果之比較整理如表一所示。本研究所研製之嬰兒防窒息及防竊嬰之攜帶型嬰兒照護裝置，使用上僅需直接固定於嬰兒腹部之尿布上側即可使用，不只具有成本低廉、體積小、易於攜帶與安裝使用之特色，另在功能性上除可應用在防止嬰兒窒息外，還具備其他市售相關商品所沒有的防竊嬰功能。

我們的研究成果雖然主要鎖定之保護對象是1歲內的嬰兒，但當小孩長大後或不需防窒息偵測保護功能之使用情境時，只要將我們的硬體裝置主體的防窒息偵測功能關閉

(僅保留防竊功能)後，再要將硬體裝置主體掛於物品、寵物或人員身上，或是置放於背包或行李箱內，則硬體裝置主體就能變身為一般的防遺失裝置來使用，可以延伸相關使用時機與用途壽命，避免購置的浪費。此外，我們的App應用程式還可單獨作為一般藍芽裝置(例如藍芽耳機、自拍棒等)的防遺失功能來使用，若使用者遺忘藍芽裝置未能及時帶走時，則當藍芽裝置與安裝App應用程式的智慧型行動裝置之距離超出藍芽傳輸距離時，該智慧型行動裝置會立即發出警訊，提醒使用者立即返回拿取遺忘的藍芽裝置。

表一、本研究成果與相關防嬰兒窒息裝置比較表

功能 \ 名稱	本研究成果	Angelcare AC1200	Snuza Hero	UBC-002B
防嬰兒窒息	✓	✓	✓	✓
防竊嬰	✓	×	×	×
手機連線與警示	✓	✓	×	✓
現有藍芽裝置 及一般物品防遺失功能	✓	×	×	×
成本	低	高	低	高
體積	小	床墊式，體積大	小	床墊式，體積大
可攜性	高	低	高	低

四、結論與後續研究

本研究成果的主要目的是希望可有效減少嬰兒窒息致死、竊嬰或嬰兒綁架事件發生，以避免造成失去至親之傷痛。除了警示功能外，當發生嬰兒窒息狀況時，也提供簡易嬰兒急救教學頁面，淺顯易懂的圖形化介面，讓照護者可以在嬰兒窒息時，對照急救教學頁面來完成第一時間正確的處理步驟。與市面上各類防窒息產品相較下，本研究成果具有體積小、方便攜帶外出、安裝與使用操作簡易、低成本等優勢外，還兼具其他多功能的防護用途，包括防竊嬰、一般物品防遺失、現有藍芽裝置防遺失等特點。

本研究涉及人身安全相關的議題，相關成果具有實用之價值，為了能將研究成果延伸並實際應用以造福社會，後續研究將以下列方向作為主要的努力重點：

1. 充電功能：因研究時間上的限制，供電單元目前採用一般乾電池，接下來會再研發採用較環保的充電電池及相關電路，並進行相關設計更新。
2. 商品化：我們正尋求可能的技術轉移及產學合作等機會，目前正與廠商洽談相關可行事宜，以期儘早將相關成果商品化，而在商品化過程中，經由電路重新佈局設計，以將裝置尺寸及成本更加降低，並針對外觀進行造型美化設計。另未來也會根據照護者的使用建議與回饋，繼續提升與更新相關功能。

謝啟

本研究感謝科技部「106年度大專學生研究計畫」(計畫編號：MOST 106-2813-C-263-003-H)補助支持，以及提供本研究相關建議與協助的醫師。

參考文獻

- [1] Brauner, T., Sterzing, T., & Milani, T. L., “Ankle frontal plane kinematics determined by goniometer, gyrometer and motion analysis system: A measurement device validation” , *In Proceedings of the 22nd Congress of the International Society of Biomechanics*, Cape Town, South Africa, 5–9 July 2009.
- [2] 顏貴紗譯，小兒科護理之原理與技術，新北市：合記圖書出版社，民63年9月初版。
- [3] Spitzer, A. R.; Gibson, E., “Home monitoring”, *Clin Perinatol*, 19, 1992: pp.907-926.
- [4] 吳俊賢，“非接觸式嬰兒窒息監視系統設計及研發”，南台科技大學機械工程系碩士論文，2004。
- [5] D'Orbán PT., "Baby Stealing", *British Medical Journal*, 2, 1972; pp.345-349.
- [6] 趙英傑，超圖解Arduino互動設計入門第二版，台北：旗標出版社，2014。
- [7] 施威銘，IOT物聯網應用開發實作使用 Arduino，台北：旗標出版社，2016。
- [8] Tong, K. Y., & Granat, M. H., “A practical gait analysis system using gyroscopes” , *Medical Engineering and Physics* , 1999: pp.87-94。
- [9] 柯博文，Arduino 互動設計專題與實戰，台北：碁峰出版社，2014。
- [10] 相子元、石又、何金山，“感測科技於運動健康科學之應用”，*體育學報*，第45 卷第1 期，2012：頁1-12。