

科技部補助
大專學生研究計畫研究成果報告

* ***** *
* 計 畫 *
* : 無人居家緊急醫療通報與看護行動系統 *
* 名 稱 *
* ***** *

執行計畫學生： 鄒北辰
學生計畫編號： MOST 104-2815-C-033-008-E
研 究 期 間： 104 年 07 月 01 日至 105 年 02 月 28 日止，計 8 個月
指 導 教 授： 楊明豪

處理方式： 本計畫可公開查詢

執 行 單 位： 中原大學資訊工程學系

中華民國 105 年 02 月 19 日

一.摘要

由於現代人工作忙碌，造成獨居老人等問題越發嚴重，在加上看護費用龐大且品質良莠不齊。因而使的意外或突發病情經常無法第一時間處理而導致生命危險。所以本計畫預計開發一個居家時的行動健康監控和看護的系統。預計開發一個結合智慧型手機、自動車以及穿戴式心跳感測器的用戶端系統雛型。患者可以不受監測設備位置限制自由移動，當感測器偵測到異常心跳頻率，則 NXT 樂高自動車會透過偵測患者穿戴式裝置的無線訊號強度自行移動至患者前方並且啟動車上攝影設備將患者感測資料和影像傳至後端看護系統來啟動遠端看護來進一步協助該患者。此外，患者若是因感到不適也可透過語音或觸控手機螢幕來自行下達需求指令使自動車接近患者來啟動遠距看護。由於這些資料涉及患者隱私，所以我們發展的系統也會對資料收發雙方進行雙向認證並且會加密所有傳輸的資料。

二.研究動機及問題

根據聯合國世界衛生組織(WHO)所訂，老年人口總數達全國總人口數的 7%以上則為高齡化社會 [1]。而根據內政部統計處 2014 年底人口結構分析，至 2014 年底，全台灣 65 歲以上人口 281 萬佔總人口數的比率為 12.0% [2]，這表示台灣已是高齡化社會，未來更是超高齡社會。

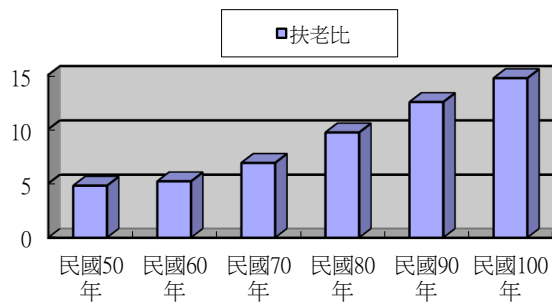
所以我們利用手機和 NXT 樂高自動車(LEGO Mindstorms NXT)的協定，來模擬使用機器車監控年邁者

的情況，進而配合監測帶，心跳頻率快速增加或下降或是有任何問題，可以利用手機來呼叫，NXT 樂高自動車會利用藍芽的訊號強度自動靠近年長者，並開啟監視鏡頭回傳需求和心跳指數，如此一來，老人獨自在家也可以藉由 NXT 樂高自動車來做為一種遠端的照顧。

2-1 研究動機

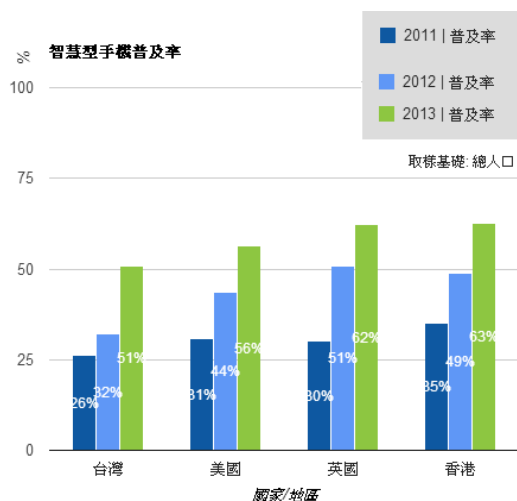
台灣已經邁入高齡化社會，同時，也因為社會上的主流家庭結構以小家庭為多，造成老人獨自在家的情況也愈來愈多；小家庭的結構也造成一般的上班族無法 24 小時內照顧家中年邁的長者。

根據國家發展委員會的統計，扶老比(老年人口÷青壯年人口×100%)如圖表 1 從民國 50 年開始到 100 年之間不斷的上升 [3]，加上社會普遍對機構照顧接受度不高，年長者獨自在家安全性疑慮也逐漸提高。目前除了由一部分的家裡成員扛起照顧的責任，多數的小家庭仍選擇聘用外籍看護工在家 24 小時照護，或是將年長者送往安養中心代為照顧，但這之間的花費不小（約每月六萬台幣）。然而，從長遠來看，要解決我國目前青壯年無法長期照護老人的困境，長遠規劃應該是發展居家照護為主的機器車。



圖表 1 民國 50 年到 100 年的扶老比

加上現今科技越來越發達，3G、4G、WiFi 無線上網技術的不斷進展，以及智慧型行動裝置的普及，越來越多人擁有智慧型行動裝置，資策會 FIND (Forecasting Innovative New Digiservices) 結合 Mobile First 在 2014 年的調查數據顯示，台灣持有智慧型手機或平板電腦的民眾已高達 1,330 萬人，占 12 歲以上人口 63.72% [4]。圖表 2 是台灣、美國、英國、香港在 2011 年到 2013 年智慧型手機的普及率，由表中可以看出智慧型手機的佔有率是逐年增長。



圖表2 各地區2011-2013智慧手機普及率 [5]

智慧手機的高普及率，配合上年長者經常獨自在家無人照顧的問題，我們預期設計看護型的機器車，提供 24 小時監控年長者心跳頻率以及在年長者有不適情況的時候，可以觸控手機螢幕來自行下達需求指令使自動車接近，並將年長者的即時影像上傳到伺服器，提供使用者或是醫療機構判斷當前情況，來模擬應對措施。

2-2 機器車看護系統

由於高科技的發達，越來越多的高智慧型商品被完整的開發了出來，像是智慧型手機，智慧型手錶，甚至是智慧機器人，在未來類似的產品一定會逐年地增加，使用者也會越來越多，所以我們考慮以科技替代部分人力的情形來設計看護型的機器車，讓使用者可以透過手機來觀察家中長者的情況。

現在的老人一人在家在發生危險的時候，經由電話通報再派醫療人員前往現場時往往都為時已晚，為了避免這樣的悲劇發生，我們在患者有發生危險的時候讓車子自動靠近手機的附近，並透過攝影機將使用者當前的狀況傳給家屬和醫院，讓家屬和醫院知道患者的狀況，並直接派遣該狀況專業的醫護人員，攜帶設備到場協助，也可以省下救護車往返的時間，比起傳統的打電話叫救護車，這樣的模式顯得有效率和便利。

而這樣的設備，機器車並不是完全取代人力，而是與人力互補，幫助人力不足的問題，並且增添效率，也可以說，機器車提供了安全與照護上

的另一個選擇。在年長者的照顧方面，機器車的安全性和及時性都較勞工來的快速且安全，使用者可以透過伺服器看到年長者不舒服的情況，如果是醫療機構就可以立即判斷需要怎麼樣的幫助，可以節省人力和資源上的使用。

三.文獻回顧與探討

3.1 三角定位法

三角測量在三角學與幾何學上是一藉由測量目標點與固定基準線的已知端點的角度，測量目標距離的方法，而不是直接測量特定位置的距離。

三角另位法又可以分成兩種：一種是以角度作為定位的方式，另一種則是以長度最為定位的依據。

以角度為定位的依據，是利用一個已知的邊長及兩個觀測角度，觀測目標點可以被標定為一個三角形的第三個點。而測量的方法如下：

先假設一目標點及兩個已知的參考點可形成一個三角形，然後藉由計算三角形其中參考邊的長度，量測兩參考點與目標點形成的角度，即可找出目標點的距離及其位址。

以下公式應用於平面或歐幾里得幾何上，若待測點與點的距離，遠到會受地球曲度的影響，這些公式將變得不準確，但仍可使用球面三角學推導出的複雜式子來取代。

計算

$$l = \frac{d}{\tan \alpha} + \frac{d}{\tan \beta}$$

因此，

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{l} \times \left(\frac{1}{\tan \alpha} + \frac{1}{\tan \beta} \right)$$

再根據三角恆等式

$$\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$$

和

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$$

可得知，此式可等於：

$$\frac{1}{d} = \frac{\sin(\alpha + \beta)}{l \sin \alpha \sin \beta}$$

由此便可簡單定義出一未知點與觀察點間的距離，以及與觀察點的位置。

3.2 HOG 人型影像辨識

HOG (Histogram of oriented gradient) 是用於目標檢測的特徵描述器，通常運用在圖像處理的領域。運用HOG描述器得到人形辨識的步驟如下

步驟1. HOG 描述器將圖像切分成很小的連通區域，這些區域被稱作細胞元。

步驟2. 將細胞單元中各像素點做梯度運算，梯度運算會對每一個細胞單元做梯度強度和方向的統計。

步驟3. 每一個區塊裡面的梯度強度做正規化

步驟4. 一整個區域都做完梯度運算後會得到一個向量式來表達他的特徵。

將得到的向量式也就是特徵點，如果有符合人型的頭、手、身體及腳的話，即可表示影像中有人型的存在。

3.3 RSA 加解密

RSA 加密演算法是一種非對稱式加密演算法，會產生一組公鑰和對應的私鑰，私鑰是秘密的並由自己保留，公鑰則是對外公開的。

產生的公鑰私鑰的步驟為

步驟 1. 取 2 個大的質數 p 和 q ， p 和 q 不相等， $N=pq$

步驟 2. 根據歐拉函數，取得不大於 N 且與 N 互質的整數個數 $(p-1)(q-1)$ 為 r

步驟 3. 選擇一個小於 r 的整數 e 與 $(p-1)(q-1)$ 互質，並且 e 小於 $(p-1)(q-1)$

步驟 4. 用以下這個公式計算 d :

$$(d \cdot e) \bmod ((p-1)(q-1)) = 1$$

步驟 5. 將 p 和 q 的紀錄銷毀(N, e)是公鑰，(N, d)是私鑰。對於很大質數的質因數分解的難度決定了 RSA 演算法的可靠性。

假設 A 要傳訊息給 B 時，則 A 會取 B 的公鑰對訊息做加密，再把加密過後的密文傳給 B ， B 收到密文後只要用自己的私鑰就可以解開密文得到 A 原本要傳過來的訊息，除了 B 之外的人都沒辦法解密密文得到原文，這樣就達到安全加密並且確保資料是在安全的狀態下被傳遞。

四.實驗結果與方法

4.1 設備

這次實驗我們使用到一台 sony 手機(sony xperia Z) [6]、一台 NXT 樂高自動車(LEGO Mindstorms NXT)、小型 wifi 攝影機、garmin 心跳監測帶 [7]，以及一台個人電腦架設通訊伺服器，處理資料傳輸及加密處理。

用以上的設備來模擬使用者呼叫看護機的情況，透過患者觸控手機螢幕或是以心跳監測帶來偵測患者心跳指數，讓車子在有狀況發生時能透過藍芽訊號的強度來自動靠近患者，靠近後將 NXT 樂高自動車上的小型 wifi 攝影機開啟，回傳影像和心跳資料給伺服器，讓使用者可以透過伺服器看到患者的身體情況。

4.1.1 NXT 樂高車走直線與轉彎

由於我們以 NXT 樂高自動車來模擬看護機，來讓 NXT 樂高自動車自動靠近藍芽訊號的發出地點，但 NXT 樂高自動車因為左右馬達同步率的問題，導致手機發出直線訊號時，NXT 樂高自動車並沒有辦法走出真正的直線，而這部分的問題，我們使用了 NXT 樂高自動車額外的設備—Compass Sensor [8]來處理，使得樂高車能夠精準地朝著一個角度的方向前進，在轉彎的時候也可以精準的轉出我們所要的角度。

4.1.2 wifi 攝影機

在靠近使用者時，我們會將 wifi 攝影機開啟，並且將畫面上傳至伺服器，伺服器會將上傳的畫面加以分析，查看使用者是否在畫面中的正中央，藉此加強 NXT 樂高自動車靠近使用者時的精準度。

4.1.3 測量心跳

我們預計是會配合心跳的指數來監控使用者的心跳頻率，在遇到心跳急遽上升或下降的時候，NXT 樂高自動車就必須自動靠近，而在這部分，我們預計使用到 Garmin 的心跳監測帶，將心跳監測帶和手機配對使用 ANT+無線傳輸將心跳數值傳到手機畫面上，作為監控心跳頻率。

4.2 使用與自走程式的方法

4.2.1 手機與 NXT 樂高自動車的使用程序

我們會讓手機和心跳監測帶配戴在使用者身上，並且確定連結如圖 3 下方圖示所顯示，而 NXT 樂高自動車會自動靠近的情況有以下兩種：

- (一) 我們將心跳帶的心跳數值回傳到手機上如下圖 3 上方數值，如果心跳數值急遽上升或是下降，NXT 樂高自動車便會自動靠近患者。
- (二) 患者若感覺到身體不適，可以透過圖 3 中的救護車按鈕讓 NXT 樂高自動車主動靠近。

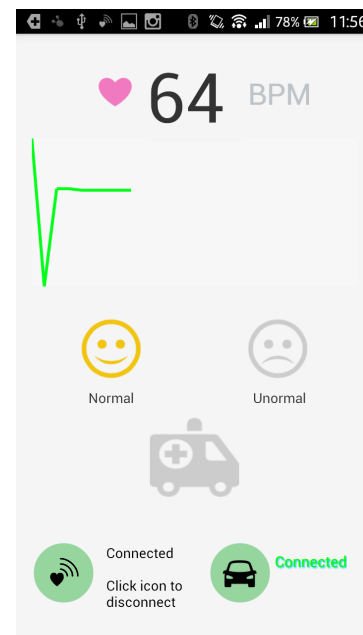


圖 3 無異狀時手機主介面

4.2.2 觀看使用者的程序

在 NXT 樂高車完成靠近使用者之程序後，手機狀態會顯示如圖 4，表示使用者狀態為異常，手機會自動發送通知給使用者的家屬或是醫護人員，家屬可以透過網站來觀看 NXT 樂高車上小型攝影機的即時影像，步驟如下：

步驟 1: 進入架設之網站如圖 5，並且登入。

步驟 2: 使用者可以從網站取得目前使用者之即時影像來判斷是否需要。

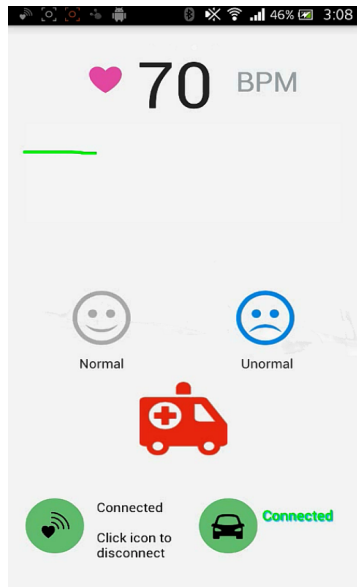


圖 4 有異狀時手機主介面



圖 5 顯示即時影像之網站

4.3 自走程式程序方法

4.3.1 NXT 樂高自動車自動靠近的程序

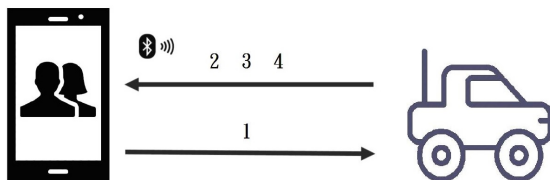


圖 6 NXT 樂高車靠近藍芽訊號源

如圖 6 所示，手機會因患者的身體情況來呼叫車子，以下是我們的步驟：

步驟 1: 由於無法確定使用者的位置，我們首先將 NXT 樂高自動車所在的地方 假設座標點為(0,0) 接著由手機接收 NXT 樂高車上的藍芽訊號強度 RSSI(單位 dbm)，並使用公式

$$D = 10^{\frac{RSSI_d - A}{10n}}$$
 將其強度轉換為一單位長度 D，測量出一個範圍 R1。

步驟 2: 接著發送訊號給 NXT 樂高自動車使其向北方走一個固定的距離，定座標為(0,1)，並重複步驟一測量出範圍 R2。

步驟 3: 發送訊號使 NXT 樂高自動車轉 90 度面相正東方，再接著走一個固定的距離，定其座標為(1,1)，重複步驟一測量出範圍 R3。

步驟 4: 透過以上三個點和範圍，我們使用三角定位法如圖 7，來定位出手機發送訊號的座標位置，在讓 NXT 樂高自動車向該座標前進。

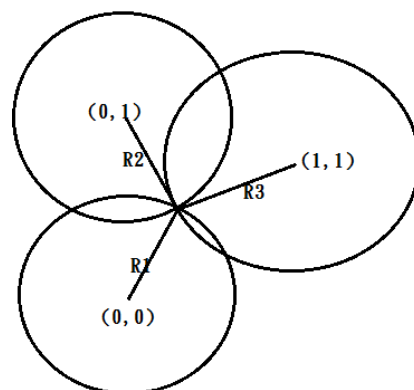


圖 7 三角定位架構圖

4.3.2 增加 NXT 樂高自動車靠近程序之精準度

步驟 1：開啟攝影機鏡頭，開始利用人員影像辨識來確認是否找到人員，如圖 8，車子會先自轉一圈，並儲存影像。

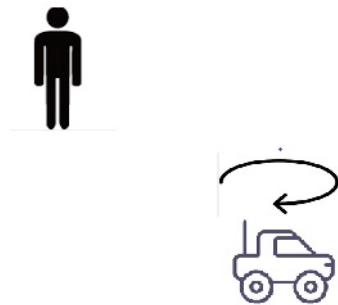


圖 8 自轉車與人

步驟 2：如圖 9，將影像傳送至伺服器，並利用伺服器去對影像作人員辨識，並回傳人員方位，和在該影像的位置給手機。

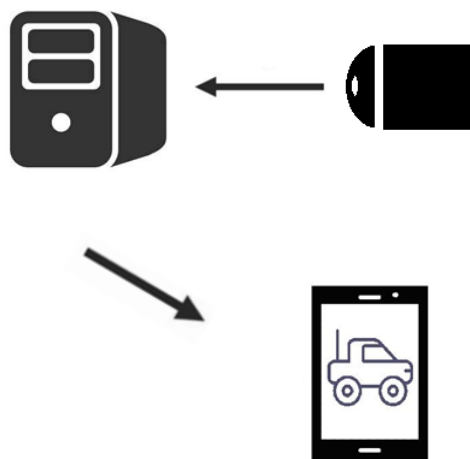


圖 9 wifi 攝影機上傳影像至伺服器架構圖

步驟 3：手機根據回傳值，去對車子的面相和距離做修正，以增加 NXT 樂高自動車靠近時的精準度。

4.4 安全性的資料程序

在資料的傳輸上我們必須增加安全性和患者的隱私性，所以我們在這次的專題研究中使用 RSA 加密演算法來對我們傳送的資料和影像進行加密，確保我們車子將資料傳送給伺服器的安全。

如圖 10，在開始使用前，使用 RSA 加密演算法產生一組公鑰和私鑰，私鑰是秘密的並由使用者保留，公鑰則是對外公開的，而被照顧者擁有公鑰。

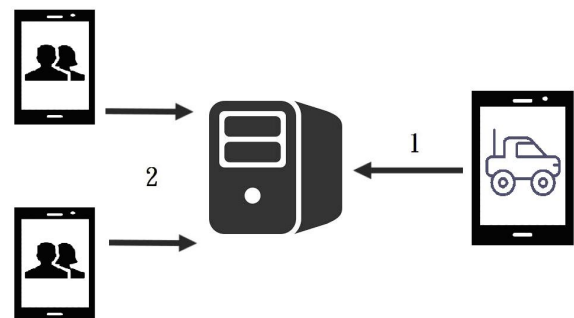


圖 10 使用者與伺服器之架構圖

步驟 1：在訊息發出給伺服器之前，使用公鑰加密，接著將密文傳到伺服器。

步驟 2：使用者可以從伺服器取得密文，再用私鑰將密文解密，得到需照顧者的資訊。

4.5 影像傳輸

我們將一台小型 WiFi 攝影機裝置於 NXT 樂高自動車上，以模擬影像擷取設備，手機端目前前方的影像傳到伺服器上，因此使用者能夠在遠離患者的情況下也能看到影線，同時影像的傳輸過程中也使用同樣的加密方式來保護資料內容不被他人竊取。

五、結論

我們將利用 NXT 樂高自動車來實作看護機器車。

假設環境是依固定不變且無移動中的障礙物，我們找出 NXT 樂高自動車與使用者手機的大略位置，在使用者發生狀況時前往患者所在的位置，然後將攝影機打開，將患者的影像傳至伺服器後，供醫護人員以及家人了解該使用者目前的狀況為何，並且做立即的處理。

我們將使用心跳監測帶，如果患者的心跳變化異常時，NXT 樂高自動車會自動靠近患者，提醒患者自己本身可能有身體的狀況發生，接著將畫面傳給伺服器，並提供家人及醫生使用者的狀況。

接著利用三角定位法，來實現看 NXT 樂高自動車與手機位置的定位方式，但是由於使用藍芽訊號強度來定位時精準度的問題，所以在過程中可以將攝影機打開，並將攝影機所得到的影像加以分析，判斷在前往患者的過程中，使用者是否一直存在於畫面的正中間，以準確到達患者的位置。

在使用三角定位法的時候，由於可能會有路面不平的狀況，以導致機

器車無法走直線，使得測量出來的結果可能會有誤差，我們透過 Lego 出的 compass sensor，希望藉由該設備能夠透過地磁來修正行走路線的特性，達到我們期望機器車能夠走直線的需求。

在到達患者的位置時，我們將使用者的畫面上傳至伺服器，伺服器內存的資訊包含使用者目前的影像，以及心跳數據等，以提供使用者的醫生以及家人知道，並能做出立即的應對措施。

對伺服器的存取，我們將使用 RSA 加密法，讓該患者的狀況，只有持有私鑰醫生以及家人，能夠透過帳號密碼來觀看該使用者的狀況，也不會危害到患者的隱私等問題。

六. 未來發展

機器車並不是完全取代人力，而是與人力互補 幫助人力不足的問題，並且增添效率，也可以說，機器車提供了安全與照護上的另一個選擇。

在年長者的照顧方面，機器車的安全性和及時性都較勞工來的快速且安全，使用者可以透過伺服器看到年長者不舒服的情況，加上手機的即時通報，可以更加快速的在問題發生時就可以得知即時的情況，在情況危急時也可以馬上通報醫療機構；如果是醫療機構就可以立即判斷需要怎麼樣的幫助，可以節省人力和資源上的使用。

生物資訊方面，期望未來能夠加上體溫、出汗等生物資訊的設備，更加精準的了解使用者是否現在真正的

處在一個身體不佳的狀態，以利於在狀況真的發生之前，就可以快速提供給家屬、醫生身體之狀況，並且做出對應的措施。

[merce.cgi?preadd=action&key=NMC1034](#)

七.參考文獻

[1] 聯合國世界衛生組織 WHO

<http://www.who.int/en/>

[2] 內政部統計處民國103年底人口結構分析

http://www.moi.gov.tw/stat/news_content.aspx?sn=9148

[3] 50至150年人口金字塔及扶養比動態圖

<http://www.ndc.gov.tw/ml.aspx?sNo=0061483#.VMEPodKUeSp>

[4] 台灣行動裝置普及人數調查

<http://www.iii.org.tw/m/News-more.aspx?id=1367>

[5] 各國智慧手機普及率

https://think.withgoogle.com/mobileplanet/zh-tw/graph/?country=tw&country=us&country=uk&country=hk&category=DETAILS&topic=Q00&stat=Q00_1&wave=2011&wave=2012&wave=2013&age=all&gender=all&chart_type=bar&active=wave

[6] Sony Xperia Z

<http://www.sonymobile.com/global-zh/products/phones/xperia-z/>

[7] Garmin 心跳監測帶

<https://buy.garmin.com/en-US/US/shop-by-accessories/fitness-sensors/soft-strap-premium-heart-rate-monitor/prod15490.html>

[8] NXT compass Sensor

<https://www.hitechnic.com/cgi-bin/com>