遠距居家照護服務整合方案設計與示範應用

陳得利 工研院資通所 DeLiChen@itri.org.tw

王慶堯 工研院資通所 cyw@itri.org.tw

黃崇仁 工研院資通所 PatrickHuang@itri.org.tw

葉鳴鳳 工研院資通所 IvanYeh@itri.org.tw

摘要

為因應台灣進入高齡化社會後所衍生之醫療、照護等問題，發展遠距居家照護相關設備與系統，是政府近年來一直注重的課題。然而，目前國內的研究大多著重於前端生理監測感測儀器的開發與整合，在遠距居家照護服務解決方案的發展、驗證與實際導入上卻相當有限。因此，本研究將著重於遠距居家照護服務的應用與落實，包括系統功能發展、服務機制的設計，以及配合醫療院所進行示範應用，瞭解遠距醫療照護在落實上將會遭遇到的困難和挑戰。

本研究所發展的遠距居家照護系統包括三個次系統，分別為居家端次系統、通訊端次系統及服務端次系統。其中居家端次系統主要負責受照護者生理資訊的擷取；通訊端次系統主要負責居家端與服務端之間的溝通；服務端次系統主要負責對所獲得的生理資訊進行分析、提供多元化服務以滿足使用者需求。為了驗證本研究之有效性和可行性，本研究將此方案導入於北部某醫學中心進行示範應用，而試驗之結果也深獲專業醫護人員及受試者之肯定。

關鍵字：遠距居家照護、居家照護、個人健康管理。

前言

隨著生活水平與醫療科技的進步，國人平均壽命不斷增長，使得老年人口比例持續攀升，人口快速老化。根據世界衛生組織(WHO)的定義[3]，凡65歲以上人口佔總人口比例達7%，即為「高齡化社會(Ageing society)」。根據內政部統計報告[1]指出，台灣已於1994年邁入高齡化社會，估計2010年老年人口比例為10%，2020年比例將達18%。根據衛生署所公佈的老年人十大死因中，慢性疾病及退化性疾病已經成為老年人健康的主要殺手[2]，因此高齡化社會將有極龐大長期治療及照護的需求。然而，醫療機構在有限的醫療資源下，使得長期照護需求之病患，只能以經常性門診的方式進行照護，不但照護的質與量下降，也造成醫療機構的龐大負擔。

「遠距居家照護(Telehomecare)」結合了資訊與通訊科技、醫療照護專業知識、醫學工程等相關技術，讓老年人或病患在家中就能獲得妥善的醫療照護，減少社會及醫療成本的花費，乃至在地老化(aging in place)，這對醫療照護而言，是一項革命性的研究方向與領域。因此，國內外醫療設備廠商及相關研究單位，無不積極投入，企圖結合生醫、通訊、資訊與晶片領域技術，發展可行之解決方案。

然而目前國內的研究大多著重於前端生理監測、感測儀器的開發、儀器間的溝通與整合、訊號傳輸技術等議題，在整個遠距居家照護服務解決方案的發展、驗證與實際導入上卻相當有限。本研究結合了工研院資通所、醫材中心及量測中心等各單位之研發能量，除開發先進生理量測醫療儀器外，更著重於整個遠距居家照護服務的實際應用與落實，包括系統功能發展、系統的開發、解決方案之設計與整合、醫療院所實際示範應用導入，瞭解遠距醫療照護落實於實際環境時將會遭遇到的困難和挑戰，企圖發展更符合醫療體系和受照護者需求的遠距居家照護服務解決方案。

為了驗證本研究之有效性、可行性及實用性，本研究將所建置之遠距居家照護服務系統，導入於北部某醫學中心進行示範應用，受試者為 16 名患有高血壓之病患，研究之結果除驗證新式服務模式是否能滿足醫病兩端之需求外，尚可做為未來系統改進之依據，以做為未來相關遠距居家照護系統建置之參考。

1. 研究背景

世界衛生組織於1994年對居家照護(Homecare的定義為—"在客戶居住地提供整合性健康及社會的支持服務。其目的在於預防、延緩及取代短暫或長期的機構式照護"[9]；而美國居家健康機構協會對居家照護的定義為—"居家健康服務是整體健康服務的主體，提供專業服務型態至病患與家屬的住所。其目的在增進、維持或恢復病患的健康，或者將病患與家屬的疾病與殘障降低到最小的程度，使其儘可能達到生活獨立自主的狀態"[6]。由上述定義來看，居家照護除了讓被照護者能在家中繼續接受醫護服務，應包括協助被照護者維持家庭完整及保持家庭功能[4]，讓病患、高齡人士和身心障礙者能夠在最熟悉、有歸屬感的居家環境中，獨立、自主的生活，減輕病患及家屬焦慮，避免因長期住院所引發之併發症。

西方學者 Lewis[10]指出，未來醫學發展的方向，將會採用各式遠端量測技術，如視訊、血壓、智慧型服藥系統等，逐漸取代高成本、費時的臨床問診模式。Dixie[7]則指出，將醫療與健康照護體系與居家環境相結合，在家庭進行簡單、患者有能力自理的醫療測試，如血糖、心電圖、血壓等，可以整合社會資源並節省來回奔波的問診時間與醫療費用；藉由隱藏在日常居家生活環境中的健康監測，更有效率地及早發覺身體上的疾病，而這些長期、持續性的健康監測，可以紀錄無法在臨床問診短暫時間內察覺的疾病與生理機能退化徵兆。

因此，世界各國無不積極推動遠距醫療照護相關計畫[5][8][11]，發展遠距居家照護相關設備與系統，讓以醫療院所為主的照護模式逐漸移轉成以社區式、居家式為主的照護模式。一般而言，發展遠距居家照護系統著重在穩定、安全和功能等三大需求。由於，醫療產業直接與人命相關，系統的穩定性是基本要求；安

全性則是要保障被照護者的醫療相關資料，即使透過網路傳輸，仍能受到最完善的保護；至於功能性需求，則指系統可以自動蒐集生理資料、自動警示並通知醫護人員或受照護者家屬、方便醫生查詢生理參數資料等功能。

2. 系統架構與功能

本研究所發展的遠距居家照護系統架構圖如圖 1 所示，共包含三個次系統，分別為居家端次系統、通訊端次系統和服務端次系統。

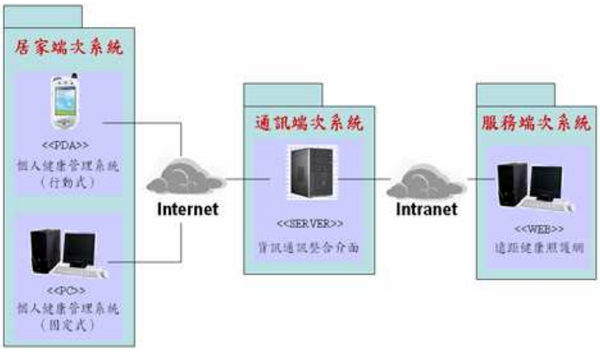

圖 1 遠距居家照護服務之系統架構圖

2.1 居家端次系統

居家端次系統包含了個人健康管理系統、生理資訊量測設備(如血壓機、血糖機、心電圖機)及藍芽擴充盒。其中，個人健康管理系統是用來紀錄、傳輸和查詢使用者個人生理資訊，以及與醫護人員進行雙向互動溝通，其分為行動式 PDA 及固定式個人電腦兩種型式。一般而言，為了讓使用者可以隨時隨地使用各項個人健康管理服務，主要以行動式 PDA 個人健康管理系統為主。此外，本研究所採用的生理資訊量測設備皆內嵌藍芽模組，讓使用者可以將所量測之生理資訊，透過藍芽擴充盒傳送至個人健康管理系統上，至於量測設備的選擇，則視使用者之需求而定。

2.2 通訊端次系統

通訊端次系統乃為居家端次系統及服務端次系統間的通訊橋樑。考量到整個遠距居家照護系統未來可能需與異質平台、異質系統或異質資料庫進行整合，為了達到跨平台、跨系統及跨程式語言之目的，本研究利用 Web Services 技術，設計與開發了通訊端次系統作為對內、對外資料交換的通訊接口。此外，為了保護生理資料在網路上傳輸之安全性，通訊端次系統中採用 3DES 資料加密技術，降低使用者生理量測資料外洩之可能性。

2.3 服務端次系統

服務端次系統主要負責提供生理資訊的儲存、統計、監測、分析及預警等服務，適時將各種生理資訊查詢結果或警示訊息傳送給醫護中心、居家使用者或其家屬。為使服務端次系統具備高效能(網路/元件負載平衡)、高擴充(滿足使用者未來多元化的服務需求)、易部署和維護等特性，本研究採用分散式多層次架構技術來發展相關的應用程式，例如：生理資訊查詢、異常狀態分析與警示、領用藥記錄查詢、醫護人員關懷聯繫訊息發送…等等。整個服務端之分散式多層次架構如圖 2 所示，由下而上分別是資料儲存層、資料存取層、商業邏輯層與展示層等四個層次。其中，在資料儲存層中，除了利用一般關聯式資料庫作為線上即時運算處理(OLTP)外，將透過資料倉儲對儲存之資料作進一步分析整理，以利未來可以運用資料探勘(data mining)技術，建立智慧型居家照護預警機制，確實落實預防醫學，達到預防保健的效果。

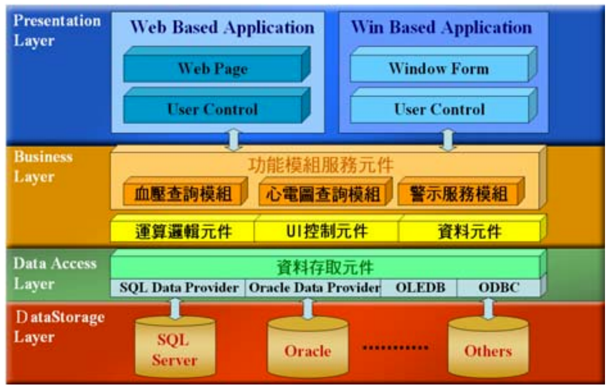

圖 2 遠距居家照護服務之系統架構圖

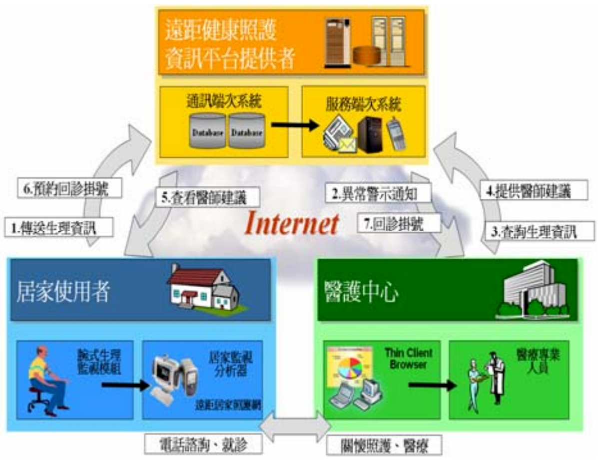

圖 3 遠距居家照護服務系統之運作流程

所提出之遠距居家照護服務的運作流程如圖 3 所示。居家使用者利用生理量測設備將生理資訊透過藍芽接收盒紀錄於 PDA 中，並透過通訊端次系統，將量測記錄傳輸到服務端次系統。此時，服務端次系統的運算邏輯元件，將根據醫護人員為個別使用者所設定之條件，分析使用者所上傳之資訊；若發現生理資訊發生異常，則系統將視異常程度(由醫護人員設定)發送異常警示通知(當異常程度輕微時，僅發送電子郵件通知，當異常程度嚴重時，則發送簡訊通知)給負責照護之醫療人員；醫療人員可以進一步上網查詢該使用者之相關生理資訊記錄，並給予適當之建議。當醫療人員發送建議給使用者時，使用者可以立即由 PDA 得知相關訊息，並可預約下次回診時間。當服務端次系統接受了使用者預約時，會自動幫使用者進行回診

掛號，節省使用者預約掛號的時間。

3. 系統特性

本研究所發展之系統除了提供完善遠距居家照護處理程序和功能外，以下歸納出其所具備的特性：

(1) 擴充性：由於居家端次系統之生理量測設備皆透過藍芽接收盒將資料傳送於 PDA 中，因此未來若有新式生理量測設備，只要該設備提供藍芽介面，將很容易地被整合於居家端次系統。服務端次系統透過分散式多層次架構的設計，使得各服務模組皆具備易修改、更新及擴充的彈性，未來將可以動態調整各式服務內容，滿足使用者或市場的不同需求。

(2) 安全性：遠距居家照護服務所要面對的資訊安全課題，包含對外病歷資料在網路傳遞時是否會遭受竊取、竄改，以及對內是否會有不合法的存取資料行為。因此在個人健康管理系統上，不僅要求使用者必須輸入帳號、密碼外，也將使用者儲存於個人健康管理系統之所有資料允以加密。在服務端次系統中，除架設防火牆以保護網站不受惡意第三者或病毒攻擊外，亦於通訊端次系統及服務端次系統採用各式加密技術，確保使用者生理量測資訊在網路傳遞上的安全。

(3) 可攜性：PDA 屬於體積小、具有運算能力之行動裝置，其具有藍芽、紅外線及無線上網等傳輸能力，因此採用 PDA 作為使用者存取與紀錄個人生理記錄的設備，將增加使用者使用上的機動性及便利性。

(4) 完整性：對慢性病患而言，長期且正確的生理記錄是醫師評估處方是否適當的重要依據，加上本系統所提供之完整領用藥紀錄、個人病史、家族病史、過敏記錄及疫苗接種記錄，對於醫師而言，除可避免重複用藥及採用禁忌藥品等問題外，尚可有效節省醫療資源。對使用者而言，更能安心使用本研究所提供之各項服務功能。

4. 系統開發與驗證

4.1 系統作業平台

整個遠距居家照護平台利用 Microsoft Visual Studio .NET 2003 工具來開發，其中服務端次系統是建置在 Windows 2000 Server 作業系統上，網頁伺服器為 IIS，資料庫為 MS SQL Server 2000；而居家端次系統之 PDA 個人健康管理系統，則是建置在 Windows CE 5.0 作業系統，資料庫為 SQL Lite。

4.2 系統驗證

為驗證系統的可行性，本研究於北部某醫學中心導入臨床試驗研究(試驗流程如圖 4 所示)，藉以確認醫病兩端對此新型態照護服務模式的需求。整個實驗研究為期 12 個月，由醫師挑選 16 位配合度高之高血壓病患(需定時量測血壓，且需在第 0、1、3、6 及 12 個月時各回診一次)，進行遠距居家量測血壓之示範應用。這 16 位受試者平均年齡約為 53 歲(年紀最長者為 76 歲，最紀最輕者為 22 歲)，女性 5 位(占 33%)，男性 11 位(占 67%)。

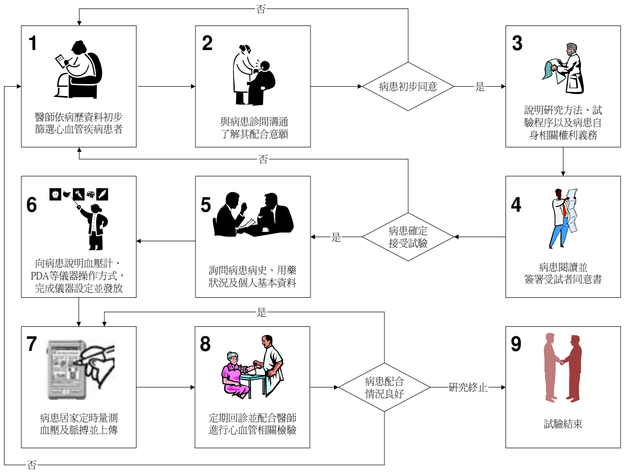

圖 4 臨床試驗研究流程圖

在正式臨床試驗之前，由研究人員先對受試者進行血壓機、藍芽接收盒及 PDA 使用上的簡易教學，之後由受試者居家自行量測血壓與脈博，每日早、晚至少各量測 1 次，並將數據定期透過 PDA 上傳回服務端次系統。受試者於每次回診時，醫師及相關研究人員將對受試者進行必要之回診檢查(如問診、量測血壓及脈博…等)，並以受試者居家自行量測血壓及脈博之生理記錄作為診斷參考依據。

所有受試者於第一個月的使用過程中，平均收縮壓為 125.25±9.93mmHg，平均舒張壓為 80±6mmHg，平均脈搏為 69.75 次/分。在經過平均 11.8 個月的受試期後，16 位受試者共上傳 7586 筆資料，受試者之平均量測頻率(個人量測血壓天數/個人受試總天數)為 69.2%，平均每天量測次數(個人上傳資料筆數/個人上傳資料天數)為 1.81 次，16 位受試者在最後一個月之平均收縮壓為 125.56±8.13mmHg，平均舒張壓略降為 78.44±5.46mmHg，平均脈搏則略降為 68.13 次/分。

由上述試驗數據顯示，對大多數的受試者而言，受試前後的血壓值大多能控制在正常範圍內，血壓變異程度略有減少，平均舒張壓和平均脈搏略為降低，可以初步驗證醫學界認為長期紀錄並監控血壓記錄有助於高血壓病況控制的論述。

進一步，藉由分析血壓量測頻率與血壓控制程度的關係發現，量測頻率較高之使用者者，其血壓控制效果較量測頻率低之使用者者佳。以血壓量測頻率最高之使用者 A(上傳頻率為 98.55%)及最低之使用者 B(上傳頻率為 27.11%)為例，圖 5 和圖 6 分別呈現兩位使用者之血壓量測數據歷史資料趨勢圖，由上而下分別是收縮壓、平均壓及舒張壓值。由這二張圖可以明顯發現使用者 A 之血壓不僅大多能維持在 120/80mmHg 左右外，血壓控制情況亦比上傳頻率較低之使用者 B 來得佳，而此一結果再次驗證每日量測血壓之病患，其血壓控制效果是比較好的。

此外本研究亦於臨床試驗結束前，舉辦一場臨床試驗座談會，藉由互動討論的方式瞭解本研究試驗情況、改進建議及使用者滿意度。該座談會共有六位受試者

與會，受試者普遍反應此平台有助於養成定時量測血壓之習慣(因為系統有定時提醒功能)，而且系統也會針對異常之血壓量測值提出警示及關懷訊息，讓使用者可以更加放心使用，因此本次參加座談會之受試者，對於本研究所提供之平台服務給予很高之評價(在總分為 10 分之情況下，平均有 8.25 分的評價)，但也建議此平台應加強資訊上傳之穩定度及更友善之資料輸入介面。

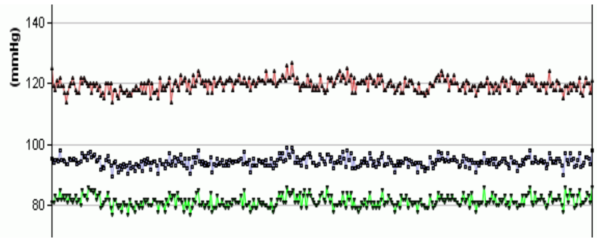

圖 5 使用者 A 血壓歷史資料趨勢圖

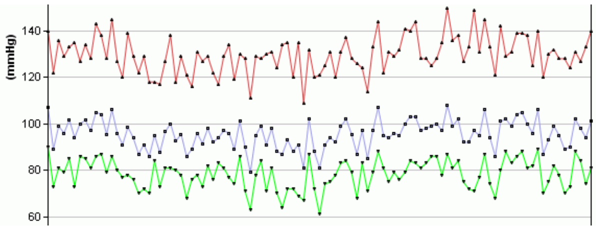

圖 6 使用者 B 血壓歷史資料趨勢圖

5. 分析與討論

本研究進行期間，曾多次與醫護人員及專家學者進行訪談，瞭解到再完善的功能、再健全的服務，若沒有適當的配套措施或激勵機制，將可能造成遠距醫療照護的失敗。因此，根據專家學者的建議，我們建立了一些機制，而這些機制也是後來醫病兩端肯定本研究的重要原因。各項機制內容說明如下：

(1) 警示機制：由於病患大多希望醫護人員可以重視其上傳的生理記錄，並給予適度關懷，然而大多數的醫護人員平時的工作負擔已經過高，實在很難再抽出時間去觀察病患的上傳資料。為了讓病患有意願持續上傳其生理資訊，同時能減低醫護人員工作量，分析警示功能的設計，將用來分析受試者所上傳的資料，並依據醫護人員所設定之異常程度，來決定警示發送對象(醫護人員)及發送訊息方式(電子郵件或手機簡訊)。此一機制除了減少醫療資源的浪費外，並且還讓病患感受到專業之醫療照護，更可以避免意外的發生，減少醫療資源的浪費。

(2) 提示機制：依照醫師指示按時服藥，定時量測血壓，才能有效控制高血壓。然而大多數的高血壓病患經常有忘了服藥及忘了量測血壓等問題，例如：部份受試者於座談會中反應，雖然自己於參加示範計畫之前就已經擁有血壓計，但由於沒有每天量測，因此無法確實掌握自己的血壓現況，但加入此計畫後反而能養成定時量測血壓及按時服藥之習慣。因此，鬧鈴提醒功能的設計，可以幫助使用者逐漸養成每日按時服藥、量測血壓的習慣，達到控制血壓的目的。

(3) 關懷機制：部份高血壓患者在歷經一段時間的血壓控制正常後，就自行停止量測血壓，甚至停止服藥，然而這些動作都是造成血壓控制不良的重要因素。因此，主動關懷功能的設計，將用來統計使用者每天所上傳的資料，瞭解使用者使用情況；一旦發現使用者近期很少上傳資料，系統除聯絡相關醫護人員外，也會發送關懷簡訊詢問使用情況，並鼓勵受試者繼續使用。

就遠距居家照護服務而言，絕對不只是提供單純紀錄、瀏覽及查詢等功能，切合醫病兩端需求之機制建立，更是居家照護服務是否成功的關鍵因素。參與示範應用的受試者大都認同本研究所提供之新式服務模式，也認為該模式有助於掌控病情現況，例如：有使用者反應本服務所提供之用藥提醒功能，有助於養成定時用藥及量測之習慣；但也有部份使用者反應不會操作相關資訊設備，或是相關設備發生問題時不知該如何解決，降低其使用意願。因此，設計更清楚、易懂的操作介面，搭配穩定可靠的資訊設備，減少使用者因害怕新科技而降低使用意願，是未來遠距醫療照護研究最重要的課題之一。

另外，長期居家量測所得的各項生理數據，不僅更真實呈現生理機能記錄，避免白袍現象所造成的影響，更可以彌補臨床問診之不足。因此遠距居家照護服務若能與醫療院所資訊平台進行整合，藉由資訊分享互惠，除方便醫病兩端掌握病人本身之病情，將能發揮居家照護服務最大效益。

6. 結論

所提出之遠距居家照護服務，除能改善傳統醫療照護體系無法普及、持續性不足等缺失外，透過居家端次系統、通訊端次系統與服務端次系統的實現，將可以建構一即時、穩定、安全的個人化照護，提升醫療照護服務的品質。為驗證本服務之可行性，本研究與北部某醫學中心進行一年的試驗計畫，導入 16 名高血壓病患，觀察個案的使用行為，以及驗證本研究所發展的健康照護服務模式。由試驗數據顯示，多數的受試者在受試前後的血壓值大多能控制在正常範圍內，血壓變異程度略有減少，平均舒張壓和平均脈搏略為降低。未來，藉由遠距居家照護服務的普及、擴展與應用，將衍生多種綜合加值型之健康照護服務，並促成下述目標的實現：

(1) 建構長期、個人化的健康管理資訊：透過長時間量測居家使用者的生理資訊，有效管理個人健康資訊，做為醫生診斷和健康諮詢的參考依據，降低診斷時生理資訊樣本不足所造成的診療誤差，提高健康諮詢的完整性與正確性。

(2) 落實預防醫學，減少醫療資源的浪費：透過長時間、定期的居家式生理資訊的測量與記錄，可以了解居家使用者的健康狀況與趨勢，較能預防疾病緊急狀況的發生，有效落實預防醫學的推動，降低疾病或緊急救護發生後所耗費的醫療成本。

(3) 擴大照護對象，創造經濟規模：讓有照護需求的民眾和病患可在不使用醫療資源的情形得到妥善

的照護，免除因醫療和照護人手不足，造成照護效果打折的情形。對於偏遠地區的民眾，可在免於舟車勞頓的情形下，得到適切的照顧。

(4) 提昇居家使用者的生活品質：傳統照護以照護服務提供者為導向，病患必須定期前往或長住於照護機構才能得到適切的照護，然而，定點、集中的照護方式嚴重影響病患的生活品質。遠距居家照護服務以居家使用者為導向，提供一個全時、隨處和以居家為主的照護環境，讓居家使用者可以在習慣、熟悉的生活環境中得到妥善的照護。

(5) 帶動周邊產業與服務的發展：透過遠距居家照護服務的推動，將能帶動周邊產業如醫療檢測儀器的發展，並促進異業結盟合作，如保全服務、保險服務等產業，衍生新興的加值應用服務。

參考文獻

[1] 內政部統計處，內政統計年報—人口年齡分配，http://sowf.moi.gov.tw/stat/year/y02-01.xls。

[2] 行政院衛生署，臺灣主要死亡原因—表 9.臺灣老年人品主要死亡亡原因，http://www.doh.gov.tw/statistic/data/死因摘要/93 年/表 9.xls。

[3] 吳老德，高齡社會理論與策略，新文京開發出版有限公司，2003，pp.1-26。

[4] 賈淑麗，台灣居家護理現況分析，社區發展季刊第 29 期，2000，pp.55-65。

[5] C. Tessier, "An Introduction to Mobile Health Care," 2004, http://www.mohca.org.

[6] R. Corkle and B. Germino, "What Nurses Need to Know about Home Care.," *Oncology Nursing Forum*, Vol. 11(6), 1984, pp. 63-69.

[7] F. Dixie, "In-home tests make health care easier," *FDA Consumer*, Vol. 28, 1994, pp. 25-28.

[8] J. Millan, S. E. Park, S. Kiefer, and J. U, "TOPCARE - Implementation of a Telematic Homecare Platform in Cooperative Health Care Provider Networks," *Proc. Of the IEEE Second Joint EMBS/BMES Conf.*, Huston, TX, USA, Oct 2002, pp1869-1870.

[9] S. Knight and H. Tjassing, "Health Care Moves to The Home," World Health, 1994, pp.7-12.

[10] D.C. Lewis, "Predicting the future of health care," The Brown University Digest of Addiction Theory & Application, Vol. 18(4), pp.12-16.

[11] S. Finkelstein, S. Speedie, M. Hoff, and G.Demiris, "Tele-Homecare: Telemedicine in Home Health Care," *IEEE Proc. of the First Joint EMBS/BMES Conf.*, Altanta, GA, USA, Oct 1999, pp.681.