電子化保健醫療之個人化推薦系統

A Personalized Recommendation System for E-Healthcare

余千智 龔文亮 張小萍
Chien-Chih Yu Wen-Liang Kung Hsiao-ping Chang
國立政治大學資訊管理系 國立政治大學資訊管理系 國立政治大學資訊管理系
ccyu@nccu.edu.tw *93356007@nccu.edu.tw* *g0356504@nccu.edu.tw*

摘要

近年來，國人健康意識提昇，加上慢性病成為主要的死因，國人對於健檢服務需求有別於過去，使得提供線上個人保健醫療推薦系統，成為了一個關鍵的研究與實務應用課題。個人化保健醫療是根據個人健康狀況、病史、罹病風險、個人偏好與需求，提供保健醫療決策服務，以協助個人制定一個整體性的醫療保健計畫。目前大多數的健檢與醫療中心僅提供就醫者大眾化健檢套餐服務與一般性的醫療建議，但缺乏個人化整合性保健醫療推薦服務，因此，本研究提出電子化保健醫療之個人化推薦系統，進一步建置原型系統以支援個人健檢推薦、檢驗報告判讀與保健醫療推薦服務，並驗證本系統的可行性與效益。

關鍵字：智慧型決策支援系統、保健醫療、個人化推薦

Abstract

In recent years, with the awareness of healthcare and the burdens of chronic diseases, the needs for health exams are raising. How to provide online personalized healthcare systems becomes a critical academic and applied research issue. Personalized healthcare helps patients to build holistic healthcare plans based on personal health conditions, medical histories, disease risks, and personal preferences and needs. Most health exam centers only offer health exam packages and general medical suggestions, and there are no user-centric integrated healthcare recommendation services. To fill the research gaps, our research is to propose the system architecture and processes of a personalized recommendation system for e-healthcare. We also build a prototype to encompass personalized health exam recommendations, medical interpretation and advisory, as well as clinical care recommendation processes to show the feasibility and effectiveness of the personalized healthcare recommendation.

Keywords: Intelligent decision support system, healthcare, and personalized recommendation.

1、前言

醫療產業發展由早期急性疾病所造成的生命威脅為主的概念，轉而以預防醫學為核心基礎，「預防勝於治療」的觀念亦逐漸被社會大眾所接受，故健康檢查成為各個醫院爭相開發的服務項目，但目前大多數醫療院所提供套餐健檢不但不能滿足個人的需求，對於個人保健建議及後續就醫服務等缺乏整合性服務，故無法達到個人保健醫療服務之效用。

面對醫療資訊不對稱及個人化保健醫療系統支援環境缺乏，一個理想的個人保健醫療推薦系統研究應整合資料、模式及知識，以提供整合性的健檢、保健、醫療之個人化智慧型服務，然而在目前實務及文獻中缺乏完整及具體的研究成果。因此本研究的目的在於提出一個電子化保健醫療之個人化推薦系統的架構及流程，進一步驗證架構、流程及建置方法可行性與效益。接下來的章節架構如下，第二節進行文獻探討，第三、四節說明個人保健醫療推薦系統之系統分析與設計，第五節說明保健醫療推薦系統建置及原型系統評估，第六節為本文結論。

2、文獻探討

本節主要重點在於個人保健醫療系統及保健醫療模式及法則，其說明如下。

2.1 個人保健醫療系統

過去個人保健醫療文獻中，Morpurgo 和 Mussi 發展一個智慧型診斷支援系統，此系統是個人導向的診斷工具，其知識來源包括醫學資料庫及法則庫，以提供一個全面性醫療建議[11]。Abidi 發展一個智慧型保健醫療資訊與診斷環境，其主要目的在於提供個人保健醫療決策服務[4]。Gómez 等發展一套 AIDS 病患自我監控系統，系統結合 web-based 及個人醫療資訊系統，提高病患對於醫療資訊系統滿意度[8]。Cimino 等建立的 PatCIS 系統允許病患本身可以去存取自己的電子病歷記錄及臨床檢驗資料，並給予衛生教育的資源和提供個人化的醫囑建議[6]。醫療照護是個資訊密集且成本高昂的專業領域，其中預防保健是被大家所熟知最有效率減低長期醫療花費的領域。因此，醫療領域中，如何整合個人健檢與個人保健成為一個關鍵議題。

2.2 保健醫療模式及法則

隨著醫療科技進步，促使專家學者投入保健醫療模式研究。Memorial Sloan-Kettering Cancer Center (www.mskcc.org)、Harvard Center for Cancer Prevention (www.yourdiseaserisk.harvard.edu)、University of Maryland Medicine (www.healthcalculators.org)提供個人風險預測服務。上述風險預測網提供友善使用介面及風險預測模式，但缺乏整合個人化保健醫療服務。本研究採用預測模式包括心血管疾病預測模式[9][13]、肝癌預測模式[14]、肺癌預測模式[5]、乳癌預測模式[12]，健檢推薦法則參考週期性健檢法則及預防篩檢法則[7][10]。此外，根據個人的健康狀況提供不同的保健醫療建議，以冠心病為例，其醫療方案建議及個人保健之飲食營養建議，參考行政院衛生署國人血脂異常診療及預防指引[1]。

3、系統分析

本研究針對電子化保健醫療之個人化推薦，進行系統資訊、功能、流程三個方面需求分析，其說明如下。

3.1 資料需求分析

個人健檢推薦資料需求主要是來自於個人基本資料、個人醫療資料及癌症/慢性病風險預測模式之危險因子表或風險預測規則集，個人基本資料及個人醫療資料大致可以分成受檢基本資料、過去病史資料、過去檢驗資料、生活習慣資料、個人偏好資料等。檢驗報告判讀資料需求主要是來自於檢驗項目資料、驗功能資料、健檢套餐資料等。個人保健醫療資料主要來自於醫療院所資料、醫院門診資料、醫護人員資料、運動項目資料、飲食營養資料等。

3.2 功能需求分析

一個理想電子化保健醫療之個人化推薦系統功能需求可以從就醫者與醫護人員兩方面來探討。就醫者希望系統提供健檢套餐、健檢自訂及健檢推薦三種選擇，讓就醫者做調整與確認，並直接進行線上預約。其中健檢推薦服務，根據每個人不同的健康情況，進行個人健康風險評估。另外，系統提供個人飲食與個人運動之建議。若有就醫需求，系統根據個人就醫偏好來推薦就診資訊。最後，系統保留歷史記錄並提供線上查詢的功能。醫護人員則希望可以直接將檢驗資料匯入，並希望系統可以提供初步的檢驗判讀及疾病診斷，讓醫護人員做最後確認。

根據上述描述，進一步將系統功能歸納為健康資訊服務、醫療資訊查詢、保健醫療推薦、個人資訊管理、線上預約掛號、後端功能管理等，如圖 1 所示。

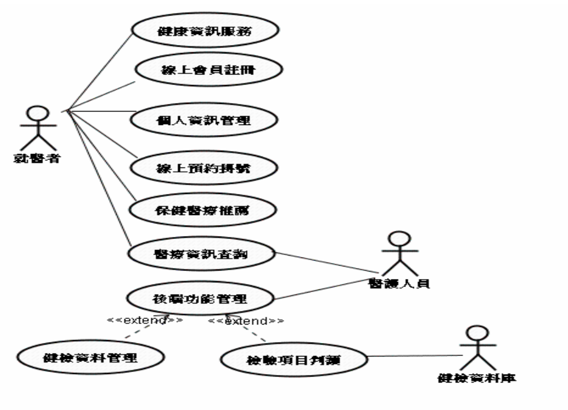

圖 1：個人保健醫療推薦之使用者案例圖

3.3 流程需求分析

本研究主要服務流程可分別為個人健檢推薦、檢驗報告判讀及保健醫療建議，如圖 2 所示，其說明如下：

- 個人健檢推薦主要流程為個人資料收集、個人風險預測、健檢項目推薦、健檢項目調整/確認、健檢線上預約。
- 健檢報告判讀主要流程為檢驗資料匯入、檢驗資料判讀、檢驗建議調整/確認。
- 保健醫療建議主要流程為個人資料讀取、保健醫療建議、保健醫療調整/確認、門診預約掛號。

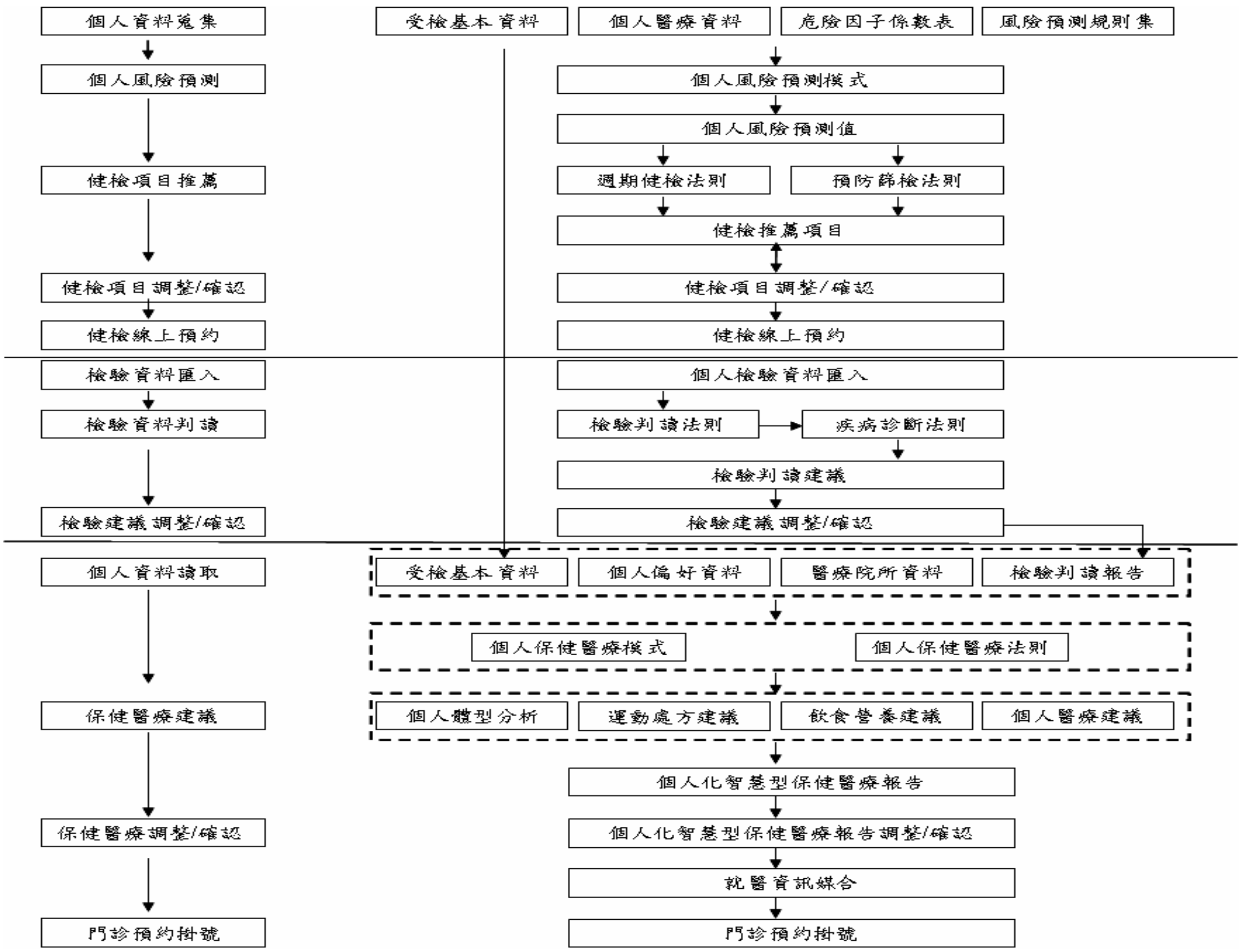

圖 2：個人保健醫療推薦服務流程

4、系統設計

根據資訊、功能、流程三個方面需求分析結果，接著進行系統設計，分別以資料模式、系統架構、決策模式及法則，進行說明。

4.1 資料模式

根據資料需求分析，資料可以分為個人健檢推薦、檢驗報告判讀及保健醫療推薦三大類別資料。在此僅以個人健檢資料及檢驗報告資料進行說明，部份關聯式資料庫，如圖 3 所示。

個人健檢推薦相關資料表包括受檢基本資料表(病歷號碼、姓名、性別、生日、聯絡地址、聯絡電話等)、家庭病史資料表(病歷號碼、高血壓、心血管疾病、糖尿病等)、過去檢驗資料表(病歷號碼、檢驗功能、檢驗名稱、檢驗項目、檢驗結果等)、生活習慣資料表(病歷號碼、抽煙習慣、喝酒習慣、喜歡運動類型、活動強度等)、個人偏好資料表(病歷號碼、居住地區、醫院等級、就診時段、就診醫院等)。檢驗報告判讀相關資料表包括檢驗資料表(檢驗項目編號、項目中文名稱、檢驗目的、項目說明、檢驗值單位、檢驗項目費用等)、檢驗功能資料表(檢驗功能編號、檢驗中文名稱、檢驗說明、檢驗費用等)、健檢套餐資料表(套餐編號、套餐中文名稱、套餐說明、套餐費用、檢驗功能編號等)。

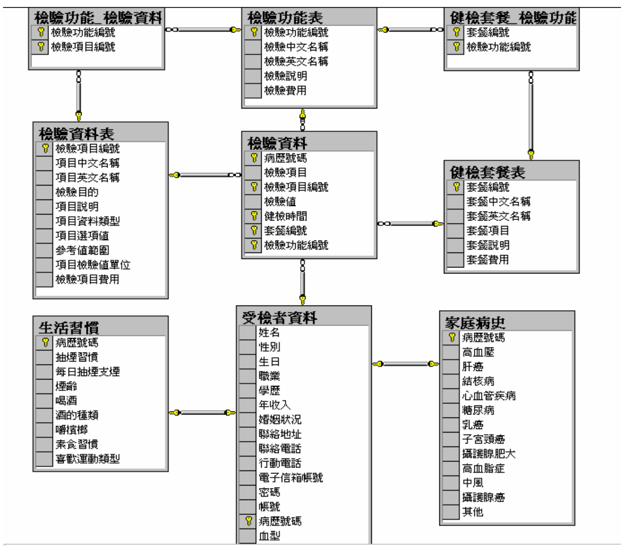

圖 3：關聯式資料庫

4.2 系統架構

本研究系統功能架構圖參考整合性個人決策支援系統[1][15]，主要分為使用者介面、應用功能與伺服器系統。就醫者可以透過使用者介面，處理資料或是執行不同的應用功能。為了滿足個人化保健醫療需求，特定決策支援應用功能說明如下：(1)健康資訊服務：就醫者透過目錄或是線上流程說明，進行健檢項目或套餐瀏覽。(2)醫療資訊查詢：就醫者查詢健檢報告及醫院門診資訊。(3)個人資訊管理：就醫者可管理個人基本資料及個人醫療資料。(4)線上預約掛號：就醫者根據不同的需求可進行線上健檢預約或是線上門診掛號，系統提供線上門診掛號，根據就醫者就診偏好及就診科別進行就醫資訊媒合，並提供相關網址，供就醫者線上預約。(5)保健醫療推薦：就醫者可啟動個人保健醫療推薦程序，此程序可存取所需資料，執行風險預測、健檢推薦、保健醫療之模式和法則。(6)後端功能管理：醫療人員可透過後端管理調整及確認實驗室檢查報告、醫療判讀結果和醫療方案建議；當醫護人員匯入就醫者檢驗資料，系統自動產生檢驗判讀及診斷評估報告，進一步醫護人員針對系統所產生檢驗報告進行調整、確認，最後成為正式檢驗報告。

伺服器系統包括決策程序庫、資料庫、模式庫、知識庫；決策程序庫儲存並管理應用領域決策所需之各個決策程序。資料庫主要管理保健醫療相關資料庫。模式庫管理保健醫療模式和執行每一個模式所需之輸入、處理、輸出的檔案。知識庫管理特定保健醫療應用程序所需知識。整體系統功能架構圖如圖 4 所示。

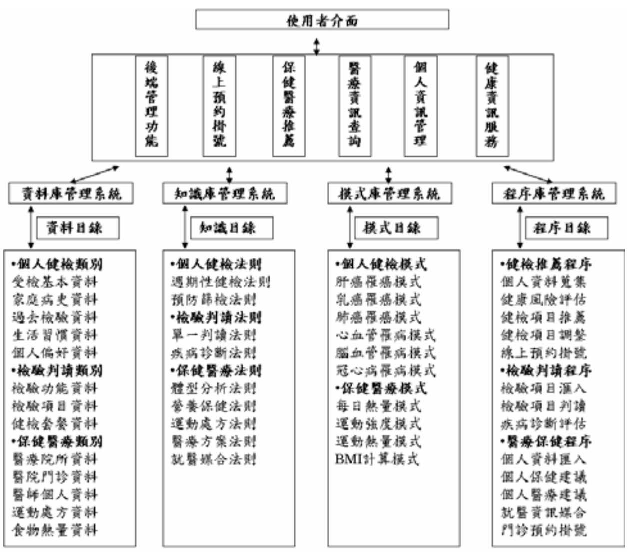

圖 4：系統功能架構圖

4.3 決策模式及法則

本研究健康風險預測模式以冠心病罹病風險機率模式[13]進行說明，其輸入資料包括年齡(age)、性別(sex)、總膽固醇(tc)、高密度膽固醇(hdl)、血壓(bps)、是否有糖尿病(dm)、是否抽煙(sm)等，其輸出為十年內冠心病罹病風險，如表1所示。

表1：冠心病罹病風險機率模式

輸入	age, sex, total cholesterol (tc), HDL-cholesterol (hdl), blood pressure stage (bps), diabetes (dm), and smoking (sm), etc.
處理流程	C = c_sex(sex)*age + c_tc(sex, tc) + c_hdl(sex, hdl) + c_bps(sex, bps) + c_dm(sex, dm) + c_sm(sex, sm) A =C -G(sex) B $=e^{A}$ P_{10} $=1-[S_{10}(sex)]^{B}$
輸出	十年內得到冠心病的風險 (P_{10})

個人健檢推薦根據年齡、性別、過去檢驗值等進行知識推論，其輸出包括健檢項目名稱、說明、單價及總金額，如圖 5 所示。系統匯入檢驗資料後會自動進行檢驗判讀，以總膽固醇判讀法則為例[3]，如圖 6 所示。

```
If (((sex=M and age>35) or (sex=F and age>45) or
(P10>20%)) and hypertension=N) then
   TC_test.check =1; HDL_test.check =1;
   triacylglycerol_test.check =1;
if ((hypertension=Y or dyslipidemia=Y or obesity=Y)
and dm=N) then
   OGTT.check =1;
   fasting_blood_glucose.check =1;
if (BMI>24) then
   TC_test.check =1; HDL_test.check =1;
   triacylglycerol_test.check =1; OGTT.check =1;
   fasting_blood_glucose.check =1;
// outputs
For i=1 to n
   If Ei.check=1 then
      SET L = L + Ei.name, and P = P + Ei.price.
```

圖 5：健檢推薦法則

```
//總膽固醇判讀(TC)
if (TC<120) then
     TC_sugg=”調查家族的病歷，檢查肝臟功能等。" ;
elseif (TC >=120 and TC <220) then
     TC_sugg= ”正常值。" ;
elseif (TC >=220 and TC <250) then
     TC_sugg= ”可能為續發性高膽固醇血症或家族
性高膽固醇血症。”;
```

圖 6：血脂檢查項目判讀法則－總膽固醇

疾病診斷法則以血脂異常分類法則[1]為例，如圖 7 所示。個人保健醫療之醫療建議方案及飲食營養建議[1]，如圖 8、9 所示。

```
if (TC>=200) then
    Dis_sugg="血脂異常分類：高膽固醇血症。";
elseif (TC >=200 and TG >=200) then
    Dis_sugg="血脂異常分類：混合型高脂血症。";
elseif (TG >=200) and (TC/HDL-C>5 or HDL-C <40) then
    Dis_sugg="血脂異常分類：高三酸甘油脂血症。";
```

圖 7：血脂異常分類法則

```
if (TC <200 and HDL-C >=40) then
    H_sugg ="5 年內再做 TC 及 HDL-C 檢查，並提供飲食、運動及危險因子等相關知識。";
if (TC <200 and HDL-C <40) then check LDC。
//check LDC
if (LDL-C <130) then H_sugg ="5 年內再做 TC 及 HDL-C 檢查，並提供飲食、運動及危險因子等相關知識。";
if (LDL-C>=130 and LDL-C <160 ) and (危險因子個數<2) then H_sugg = "提供飲食治療及運動指導，仔細評估危險因子減少情形及重複做脂蛋白分析。";
if (LDL-C >=130 and LDL-C <150) and (危險因子個數>=2 or TG>=200 or LDL-C >=160) then H_sugg = "建議進行臨床評語、鑑別續發性原因、家族史、其他危險因子，建議回心臟科門診追蹤。";
```

圖 8：醫療建議法則

```
If (Dis_sugg="血脂異常分類：高膽固醇血症") then
F_sugg = "建議總脂肪佔總熱量的比例<=30%，醣類佔總熱量的比例約為 50-60%，蛋白質佔總熱量的比例約為 10-20%，膽固醇<=300mg，膳食纖維質 25-35 mg。";
End if
If (Dis_sugg="血脂異常分類：混合型高血脂症") then
F_sugg = "總脂肪佔總熱量的比例約為 35-45%，醣類佔總熱量的比例約為 45%，蛋白質佔總熱量的比例約為 10-20%，膽固醇<300 mg，膳食纖維質 25-35 mg。";
End if
If (Dis_sugg="血脂異常分類：高三酸甘油脂血症") then
F_sugg = "總脂肪佔總熱量的比例約為 35-45%，醣類佔總熱量的比例約為 45%，蛋白質佔總熱量的比例約為 10-20%，膽固醇<500 mg，膳食纖維質 25-35 mg。";
End if
```

圖 9：飲食建議-高血脂飲食治療法則

5、系統實作

5.1 系統功能畫面

本研究系統開發以 Windows XP、Microsoft IIS、Microsoft SQL 為系統開發環境系統，以 ASP (Active Server Page)來進行系統建置。其中個人化健檢推薦方案，如圖 10 所示；個人保健飲食建議，如圖 11 所示。

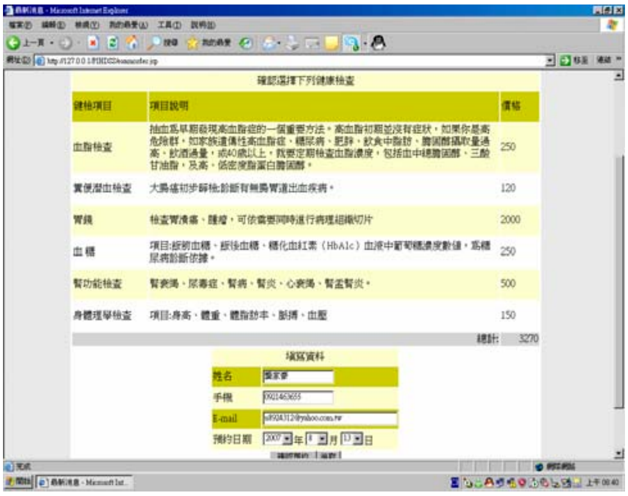

圖 10：個人健檢推薦方案

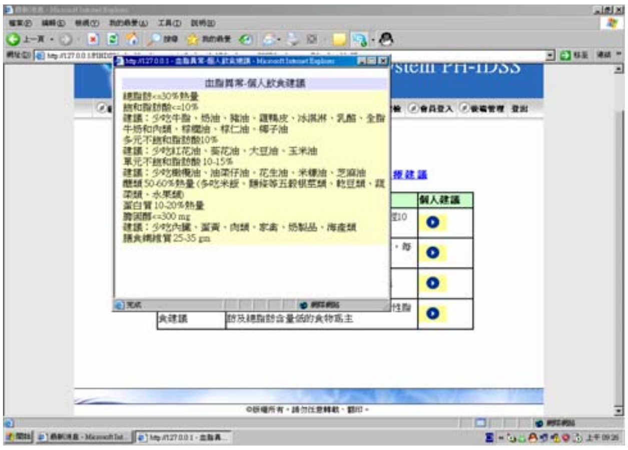

圖 11：個人保健飲食建議

5.2 原型系統評估

本研究為了評估本系統功之績效，選取台大健康管理中心、榮總健檢中心、萬芳醫院健診中心、中國醫藥大學附設醫院健康檢查中心、美兆診所、哈佛健診、啟新健康世界、輝雄診所等八家健檢中心，與本研究進行網站系統功能比較，如表2所示。結果顯示本研究提供較完整的流程與個人化服務。

表2：系統功能比較表

功能	本研究	台大	榮總	萬芳	中國	美兆	哈佛	啟新	輝雄
健檢推薦	個人	套餐	套餐	套餐	套餐	套餐	套餐	套餐	套餐
健檢預約	線上	線上	電話	電話	線上	線上	線上	線上	電話
健檢報告	線上	線上	書面	書面	書面	書面	線上	線上	書面
健康追蹤	無	無	無	無	無	無	無	有	無
保健建議	線上	書面	書面	書面	書面	書面	書面	書面	書面
就醫協助	就醫媒合	自行預約	自行預約	自行預約	自行預約	自行預約	轉診協助	自行預約	自行預約
保健新知	有	有	無	無	有	有	有	有	有

6、結論

本研究提出個人保健醫療推薦系統架構及流程並實際建置此系統，本研究成果如下：(1)提出個人保健醫療推薦系統應有功能及流程；(2)建立個人保健醫療推薦系統之個人健檢推薦、檢驗報告判讀、保健醫療推薦決策流程；(3)建立個人健檢推薦、檢驗報告判讀、保健醫療推薦等不同階段的決策模式與相關推論法則。本研究整合並推展以往研究文獻的架構與結果，提供了個人保健醫療推薦系統具體可行的架構、流程，有助於改善醫療資訊品質，提升醫療資訊滿意度。

參考文獻

[1] 行政院衛生署，「高血脂防治手冊－國人血脂異常診療及預防指引」，遠流，民國 86 年。

[2] 余千智，「整合性專家決策支援系統之建構方法與管理決策應用研究」，華泰書局，民國 80 年。

[3] 安藤幸夫，「健康檢查指引」，鍾郡出版社，民國 84 年。

[4] S. S. R. Abidi, ”An intelligent tele-healthcare environment offering person-centric and wellness-maintenance services”, *Journal of Medical Systems*, Vol. 25, No. 3, pp. 147-165, 2001.

[5] P. B. Bach, M. W. Kattan, M. D. Thornquist, M. G. Kris, R. C. Tate, M. J. Barnett, L. J. Hsieh, and C. B. Begg, “Variations in lung cancer risk among smokers”, *Journal of the National Cancer Institute*, Vol. 95, Issue 6, pp. 470-478, 2003.

[6] J. J. Cimino, V. L. Patel, and A. W. Kushniruk, “The patient clinical information system (PatCIS): Technical solutions for and experience with giving patients access to their electronic medical records”, *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 68, Issue 1, pp. 113-127, 2002.

[7] V. Dubey, R. Mathew, K. Iglar, R. Moineddin, and R. Glazier, “Improving preventive service delivery at adult complete health check-ups: The preventive health evidence-based recommendation form (PERFORM) cluster randomized controlled trial”, *BMC Family Practice*, Vol. 7, Issue 44, 2006.

[8] E. J. Gómez, C. Cáceres, D. López, and F. D. Pozo, “A web-based self-monitoring system for people living with HIV/AIDS”, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, Vol. 69, Issue 1, pp. 75-86, 2002.

[9] J. Liu, Y Hong, R. B. D’Agostino et al., "Predictive value for the Chinese population of the Framingham CHD risk assessment tool compared with the Chinese Multi-Provincial Cohort Study", Journal of the American Medical Association, Vol. 291, No. 21, pp.2591-2599, 2004.

[10] J. W. Lin, P. L. Chu, J. M. Liou, and J. J. Hwang, “Applying a multiple screening program aided by a guideline-driven computerized decision support system - a pilot experience in Yun-lin, Taiwan”, *Journal of the Formosan Medical Association*, Vol. 106, Issue 1, pp. 58-68, 2007.

[11] R. Morpurgo and S. Mussi, “I-DSS: An intelligent diagnostic support system”, *Expert Systems*, Vol. 18, No. 1, pp. 43-58, 2001.

[12] B. Rockhill, C. Byrne, B. Rosner, M. M. Louie, and G. Colditz, “Breast cancer risk prediction with a log-incidence model: Evaluation of accuracy”, *Journal of Clinical Epidemiology*, Vol. 56, Issue 9, pp. 856-861, 2003.

[13] P. W. F. Wilson, R. B. D'Agostino, D. Levy, A. M. Belanger, H. Silbershatz, and W. B. Kannel, “Prediction of coronary heart disease using risk factor categories”, *Circulation*, Vol. 97, Issue 18, pp. 1837-1847, May 1998.

[14] H. I. Yang, S. N. Lu, Y. F. Liaw, S. L. You, C. A. Sun, L. Y. Wang, C. K. Hsiao, P. J. Chen, D. S. Chen, and C. J. Chen, “Hepatitis B e antigen and the risk of hepatocellular carcinoma”, *The New England Journal of Medicine*, Vol. 347, Issue 3, pp. 168-174, 2002.

[15] C. C. Yu, “A Web-based consumer-oriented intelligent decision support system for personalized e-services”, Proceedings of the 6th International Conference on Electronic Commerce, Delft, the Netherlands, Oct. 25-27, 2004, pp. 429-437.