

糖尿病血糖自我監測之決策知識管理

黎煥中^{1,3} 鍾順麒¹ 林世鐸² 蘇矢立² 廖培湧² 杜思德² 林素蘭² 林淑滿²
¹財團法人資訊工業策進會 創新應用服務研究所 {wiselyli, scchung}@iii.org.tw
²財團法人彰化基督教醫院 內分泌新陳代謝科 {91633, 89933, 48795, 10836, 3139, 100629}@cch.org.tw
³臺北醫學大學 醫學資訊研究所

一、前言

摘要

血糖的自我監測是糖尿病管理很重要的一環。有許多的因素影響病友是否願意血糖自我監測，如：不知道為何要血糖自我監測、沒時間、焦慮、疼痛、經濟考量與認為費用太高、病人自覺監測出來的血糖值無效用以及病人懷疑驗出的血糖值不準確等因素。本研究提出一以糖尿病血糖自我監測知識本體論(SMBG Ontology)為基礎的個人化血糖自我監測之決策知識管理模式，透過相關糖尿病照護文獻探討的內容和臨床照護上照護規則的設定，並結合個人生活作息之特性，讓醫師可以與病友共同訂定監測血糖之時機與頻率，有效解決病友因經濟、怕疼痛、沒時間與認為沒有意義等因素。讓使用者端可有效控制血糖的恆定，使照護端可以幫助醫師更有效率的規劃病友的血糖監測計畫。

關鍵詞：糖尿病(Diabetes Mellitus)、血糖自我監測(Self-Measurement of Blood Glucose, SMBG)、目標導向規劃(Goal-Based Planning)、個人化動態血糖自我監測規劃(Dynamic Personalized SMBG Planning)、血糖自我監測知識本體論(SMBG Ontology)。

糖尿病是一種慢性疾病，乃是身體對於由於糖尿病病友在葡萄糖的調節出了問題，因此血中的葡萄糖無法維持恆定。糖尿病患者需要長期的醫療與衛教照護，以避免急性併發症的危險與延緩慢性併發症的發生。故糖尿病病友最大的挑戰就是維持血糖的恆定，以避免發生血糖值過高或過低的情況。

大部分的糖尿病病友接受治療後，往往只有在至醫院或診所門診時驗血糖才知道自己血糖值的變化，但病情及血糖控制的好壞只依照門診所得到的血糖值來判讀是不足的。因此要病友或病友家屬必須學會血糖自我監測，提供更多的血糖監測數值給醫師做治療的參考，依血糖值高低做藥量的增減。換句話說，病友必須有血糖自我監測始知病情控制穩定與否。

此外，糖尿病血糖自我監測所影響層面繁多，包括人性面、經濟面、社會面、設備面與資訊處理面等多項議題。部分是可以透過資訊科技之方式達到部分的改善效果，而部分則必須夠透過相關之照護互動技巧與社會學相關方法去改善血糖自我監測障礙的問題。故本研究鎖定資訊科技可支援之議題提出可能的解決方案。使病友與醫師可以透過此系統輔助共同規劃可行之糖尿病血糖自我監測模式。醫師可以有效的給予病友在血糖監控上的建議，病友也達到血糖值穩定控制的效果。

二、相關研究

(一) Ontology

Ontology 中文名稱為本體論，是指對於真實世界中某一知識領域提出一個正規、明確的概念性分享規格(class, property, attribute, relationship 等)，將領域知識模組化以特定字彙表達，並以電腦化格式呈現，以利人們、異質或分散式應用系統、軟體代理人之間的知識分享與利用。其目的在於知識的分享與再利用，也就是透過知識領域的結構化，使領域的知識更為清晰，並達到領域知識與作業知識分離，進一步分析領域知識。目前描述 Ontology 的語言包括 OWL、RDF 等，同時可透過 Protege、OilEd 等工具加以建構。DMOZ (Directly Mozilla)、UMLS (Unified Medical Language System)、Cycor 和 OntoWeb [13] 等都採用 ontology 作為知識的分享，而這些應用，大多運用在 controlled vocabulary、site organization and navigation support、search support、guideline 和 web ontology 等領域。

(二) 糖尿病研究之應用現況

Chassin 等學者[10] 發展出一個理論與方式，並在一個虛擬的環境下測試人工胰臟的血糖控制。Campos-Delgado 等學者[7] 提出一個基於每天多次胰島素注射的食物療法 (Multiple Daily Injections Regimen, MDIR)，且針對第一型糖尿病人的諮詢及控制演算法 (Advisory/Control Algorithm for a type-1 diabetes mellitus, TIDM)，以克服不同病人的胰島素血糖的變化。Lee 等[11] 學者提出一個基於知識本體之糖尿病分類模糊推論系統，以 Pima Indian 糖尿病資料集進行糖尿病的分類。Tresp 等學者[14] 將類神經網路應用到糖尿病人的血糖代謝機制。黎等[4] 學者提出一套以 MMS 為基礎的衛教編輯工具與行動化衛教服務，透過此一服務運用於糖尿病照護，病友可以搭配相關的實體照顧手冊等衛教教材的情況之下以手機接收

MMS(Multimedia Messaging Service)格式的衛教內容來加強學習的效果。葛等學者[2] 提出一個以 Food Ontology 為例，運用在慢性病-糖尿病健康照護教育上的學習概念機制，透過 ontologies 之間的關聯性，導引出學習路徑以提供遠距健康照護教育新的學習方式，同時有利於衛教文件的再利用。Li 等[8] [9] 學者提出以階層式分群方式配合交集命名演算法建立食物知識本體論與新的特殊屬性，並配合個人喜好設定與個人飲食目標值，產生個人化的糖尿病飲食建議與代換內容。

(三) 糖尿病血糖目標

依 ADA(American Diabetes Association)的建議[6]，糖化血色素(A1C) 值越接近正常人之標準越好(A1C < 7.0%)，空腹血糖值介於70-140mg/dL，餐後最高血糖值<180mg/dL，為求達到此目標，可因人而異採取最適合個人的治療方法循序漸進(表 1)。

表 1 空腹血糖及飯後血糖值目標值 [6]

	罹患糖尿病的條件	糖尿病控制良好的標準
空腹血糖	>126mg/dl	90~130mg/dl
飯後血糖	>200mg/dl	> 180mg/dl

(四) 指導病患血糖自我監測的過程

糖尿病合格衛教師(Certified Diabetes Educator, CDE)有必要教導糖尿病病友及病友家屬學會血糖自我監測 (Self-Measurement of Blood Glucose, SMBG)，然而病友願不願意或做不做得得到血糖自我監測可能有許多影響因素，故我們必須探討指導病友血糖監測的過程，包括(1)指導病友血糖自我監測四步驟與(2)指導病友血糖自我監測的內容[1]：

(1) 指導病友血糖自我監測四步驟

1. 收集資料，並評估個案產生障礙的原因

- 2.與個案共同設定目標
- 3.提出雙方認可的解決方案
- 4.執行方案→再評估→再修正等三個階段循環

(2) 指導病友血糖自我監測的內容

- 1.讓病友瞭解需要血糖自我監測的好處
- 2.讓病患表達對血糖自我監測的疑慮
- 3.指導病友選擇適合自己使用的血糖機
- 4.指導採血技巧及血糖機的操作方式
- 5.指導血糖測試時間及記錄方法
- 6.與病患討論血糖超出控制目標的解決方法
- 7.與病友討論血糖的保養及校對

(五) 有效降地低血糖自我監測的障礙

血糖自我監測行為的改變策略，就是儘可能協助病友找資源、找時間、找理由、找家屬、找支持團體。以下列出障礙現況與解決方法(表 2)：

表 2 血糖自我監測障礙現況與解決方法 [1]

障礙現況	解決方法
1.不知道為何要自我監測?	<ul style="list-style-type: none"> ● 對於需藥物治療的病患，依其生活型態改變的反應而調整照護。 ● 估算體能活動和食物種類與數量的血糖反應 ● 可及早瞭解血糖控制的情形 ● 可防範低血糖發生
2.沒時間	<ul style="list-style-type: none"> ● 考慮生活型態：配合病人作息，彈性調整測血糖時間 ● 參考治療現況，討論檢測血糖的時間及次數，達到最大效益 ● 只要病人有監測血糖，次數雖少仍給予鼓勵
3.焦慮	<ul style="list-style-type: none"> ● 面對高、低血糖值，有正向思考的態度
4.疼痛	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用可調整深淺度的採血筆 ● 使用需血量較少的血糖機 ● 等酒精乾再採血 ● 採血後用乾棉球取代酒精棉壓住採血部位 ● 輪替採血部位，利用其他部位採血，例如：手臂或手掌
5.經濟考量、認為	<ul style="list-style-type: none"> ● 利用有限的試紙發揮最大效益，討論最適當的監測血糖間時間點

障礙現況	解決方法
費用太高	<ul style="list-style-type: none"> ● 利用衛生所或社區免費驗血糖服務 ● 租借血糖機或愛心血糖機給個案 ● 利用病友會團體集中採購，爭取優惠 ● 低收入戶可由社服單位協助血糖試紙費用補助 ● 協助尋找價格合理的試紙，建議報稅時此筆費用可抵稅
6.病人自覺監測出來的血糖值無效用	<ul style="list-style-type: none"> ● 與病人約定衛教時間或配合回診時間，也可利用電話、傳真、網路較密集與病友聯繫，依血糖自我監測的資料找出血糖模式，提供適當的建議及處理 ● 當有調整胰島素劑量時，密切主動與病人聯繫，讓病人覺得你在關心 ● 請醫師與相關醫療團隊鼓勵個案繼續血糖自我監測 ● 與個案討論血糖自我監測可獲得的利益為何比需付出的代價多
7.病人懷疑驗出的血糖值不準確	<ul style="list-style-type: none"> ● 確認病人的血糖機設定是否正確；試紙是否受潮、過期或變質；操作步驟是否正確 ● 提供血糖機品管液做比對 ● 向病人說明血糖機與醫院抽血值因為檢測法不同，可容許有 20%以內的誤差 ● 建議回診時可將血糖機測試值與同一時間的醫院檢驗值做比對，至少一年一次

(六) 空腹(餐前)血糖與餐後血糖對 A1C 的影響

由於糖化血色素(A1C)是反應過去三到四個月內，每天隨時的血糖情形每天所有血糖的變化情形，因此不論是餐前或餐後的血糖值，都對 A1C 的高低產生變化有所影響。第 2 型糖尿病病友的血糖監測標的是餐前(空腹)還是餐後？當 A1C 值高於 9%時，由於空腹的血糖值影響最多，故建議以監測空腹血糖為主。反之，當 A1C 值 <8%時，餐後的血糖值影響較大，所以必須多監測餐後血糖，表 3 說明病友的 A1C 值所對應建議增加的監測時間點原則。

表 3 A1C 對監測時間點的影響 [12]

糖化血色素(A1C)值	建議增加的監測時間點
A1C > 9%	餐前
8% < A1C < 9%	中餐前、晚餐前與睡前
7% < A1C < 8%	餐後

(七) 血糖自我監測之監測頻率與原則

依據不同的病情狀況與糖尿病族群，血糖自我監測的監測頻率策略與原則將會有所不同。以下列出糖尿病病友狀況及族群之監測頻率建議(表 4)。

表 4 糖尿病病友狀況或族群之監測頻率建議 [1]

狀況/族群	監測頻率
◎血糖控制高於治療目標 <ul style="list-style-type: none"> ● 多次胰島素注射 (MDI of insulin) 族群 ● 胰島素幫浦 (Insulin pumps) 族群 	至少 3~4 次 / 每天
◎血糖控制高於治療目標 <ul style="list-style-type: none"> ● 口服降血糖藥物 (OAD) + once-daily insulin 族群 ● once-daily insulin alone 族群 ● OAD alone 族群 	至少 >2 次 / 每天
◎營養和運動的建議 ◎測試餐後高血糖的狀況 ◎防止血糖過低 ◎血糖控制在目標內 <ul style="list-style-type: none"> ● Once-daily insulin alone 族群 ● OAD alone 族群 	至少 >1 次 / 每天
◎血糖控制在目標內或偏於目標 (空腹 100~126 mg/dl, 餐後 140~200 mg/dl) ◎非藥物治療 (需注意飲食、運動控制)	至少 >1 次 / 每週

此外，在實際的照護經驗中，為方便醫師找出病友可能控制不良的問題點與時間點，如：是否前、後血糖值差距過大、欲瞭解病友一天作息中哪一餐之血糖控制不佳，需先行穩定。以下列出醫師判讀時所建議的血糖監測原則(表 5)。

表 5 醫師判讀時所建議的血糖監測原則 [1]

醫師判讀時所建議的血糖監測原則
◎餐前、餐後皆須監測 (餐前、餐後比較)
◎連續 2 天餐前、餐後皆須監測 (連續兩天之比較)
◎早餐前後、午餐前後、晚餐前後量測需平均分配 (確認早、午、晚皆有監測)
◎量測胰島素注射前的餐前血糖值 (胰島素劑量校正)
◎餐前、餐後血糖值差距應該 30~90 <ul style="list-style-type: none"> ● < 30 過低 ● 30~60 適當 ● 61~90 偏高 ● > 90 過高

三、研究步驟與研究規格

(一) 研究步驟

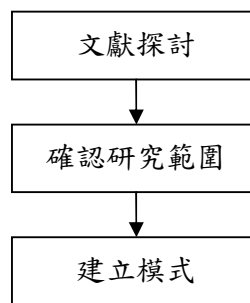


圖 1 研究步驟

本研究之研究步驟包括文獻探討、確認研究範圍與建立模式(圖 1)。以下說明這三部分步驟的研究規格。

(二) 研究規格

(1) 文獻探討

本研究從糖尿病研究之應用現況以及血糖自我監測目標、過程、障礙、空腹(餐前)血糖與餐後血糖對 A1C 的影響、血糖自我監測之監測頻率與原則，瞭解糖尿病血糖自我監測所影響層面繁多，包括人性面、經濟面、社會面、設備面與資訊處理面等多項議題。部分是可以透過資訊科技之方式達到部分的改進，而部分則必須夠

透過相關之照護互動技巧與社會學相關方法去改善血糖自我監測障礙的問題。

(2) 確認研究範圍

本研究鎖定資訊科技可支援之議題提出可能的解決方案。本研究提出一個人化血糖自我監測之決策知識管理模式，透過相關糖尿病照護文獻探討的內容和臨床照護上照護規則的設定，並結合個人生活作息之特性，讓醫師可以與病友共同訂定監測血糖之時機與頻率，有效解決病友因經濟、怕疼痛、沒時間與認為沒有意義等因素(表 6)。讓使用者端可有效控制血糖的恆定，使照護端可以幫助醫師更有效率的規劃病友的血糖監測計畫。

表 6 本計畫所欲解決之說明

障礙現況	IT 支援解決	說明
1. 不知道為何要血糖自我監測?	×	● 可透過糖尿病衛教師與病友的互動，使其瞭解意義
2. 沒時間	✓	● 依其生活型態改變的反應而調整照護 ● 可及早瞭解血糖控制的情形 ● 可防範低血糖發生
3. 焦慮	×	● 給予心理上的關懷與幫助
4. 疼痛	✓	● 盡可能減少病友監測的次數，但卻獲得有效判讀的血糖值
5. 經濟考量、認為費用太高	✓	● 同上
6. 病人自覺監測出來的血糖值無效用	✓	● 產生動態決策知識管理結果，使醫師可執行有意義之判讀，並將醫師判讀回饋資訊動態更新決策知識管理內容，並用網路方式讓病患獲得更即時自我照護建議資訊，有效改善血糖的控制成效。
7. 病人懷疑驗出的血糖值不準確	×	● 血糖機品管測試 ● 瞭解病友操作正確性

(3) 建立模式

於第二節中提到「空腹(餐前)血糖與餐後血糖對 A1C 的影響」及「血糖自我監測之監測頻率與原則」，必須將相關可運算之參數給予定義(表 7)，建立糖尿病血糖自我監測知識本體論(SMBG Ontology)。並建立以目標導向的個人化動態血糖自我監測規劃演算法(Dynamic Personalized SMBG Planning)。

醫師與病友將一同決定可執行的血糖監測規劃與設定，並以具體化、結構化的方式呈現，使系統可進行個人化動態運算。目標導向的運算必須瞭解初始的狀態與預計達到的目標狀態，如下說明：

- 初始狀態(Initial/Start State): 病友血糖監測需求與目前的初始狀態，故血糖試紙，故收集病友相關資訊，如：A1C、監測的血糖數值、預計月試紙使用量。這些指標即可作為病友進行血糖自我監測的初始狀態，稱之為 Initial/Start State。
- 目標狀態(Goal/End State): 根據醫師與病友一起共同訂定之血糖試紙使用目標以及醫師為病友所訂定之血糖自我監測規劃，裡面明白規劃病友應該遵守之血糖監測的條件(血糖監測頻率與原則)。例如餐前、餐後對稱血糖數值的監測、控制不佳之時間點(監測血糖值高於上限與低於下限)的再次監測。這些指標即可作為病友應該要達到的血糖自我監測目標，稱之為 Goal/End State。

在 Initial State 與 Goal State 已知的情況下，依照時間點、每月預計採用的試紙數量與血糖監測頻率與原則等條件，在符合條件下的運算下進行血糖自我監測規劃，有時病友並不會依照原本的規劃或自行增加使用著時間點，系統將動態從新根據目前的 Initial State 與 Goal State 進行動態運算，規劃後續時間的血糖監控時間點。配合網路的傳輸，無論是 Web 介面的輸入或是行動載具(如：3G PDA 手機)等具連網功能的傳輸方式，即時將血糖值回

表 7 個人化動態血糖自我監測規劃模式參數

項目	名稱	代號	範例	說明
個人量測值 (Personal Value)	A1C	Personal_A1C	8.4	◎最近一次的 A1C
	餐前血糖	Personal_FPG	FPG_W1_T1_129	◎W1~7:週一~週日 ◎T1(早餐), T2(午餐), T3(晚餐), T4(睡前), T5(半夜) ◎FPG(餐前), PPG(餐後)
	餐後血糖	Personal_PPG	PPG_W1_T2_213	同上
個人目標值 (Personal Goal)	餐前下限 a	Personal_FPG_lowbound	70	◎過高(高於上限)或過低(低於下限)之時間點, 必須追加監測
	餐前上限 b	Personal_FPG_upperbound	140	
	餐後下限 a	Personal_PPG_lowbound	80	
	餐後上限 b	Personal_PPG_upperbound	180	
監測時間點 (Monitor Timepoint)	監測時間點	Monitor_TimePoint	FPG_W1_T1	◎W1~7:週一~週日 ◎T1(早餐), T2(午餐), T3(晚餐), T4(睡前), T5(半夜) ◎FPG(餐前), PPG(餐後)
監測頻率 (Monitor Frequency)	監測頻率	Monitor_frequency	Level01	Level01:至少 3~4 次/每天 Level02:至少>2 次/每天 Level03:至少>1 次/每天 Level04:至少>1 次/每週
A1C 對應監測點 (Monitor4A1C)	A1C 對應監測點	MonitorLevel4A1C	Level01	Level01:餐前 Level02:中餐前、晚餐前與睡前 Level03:餐後
醫師判讀對應監測點 (Decision TimePoint)	醫師判讀對應監測點	Decision_TimePoint	Level01	Level01:餐前、餐後皆須監測 Level02:連續 2 天餐前、餐後皆須監測 Level03:早餐前後、午餐前後、晚餐前後量測需平均分配 Level04:量測胰島素注射前的餐前 Level05:餐前、餐後差距應該 30~90
預計月試紙使用量 (Estimated amount)	預計月試紙使用量	Estimated_Amount	60	◎每個月預計使用的量 ●每個"週"預計使用的量:月使用量/4 ●每個"天"預計使用的量:.週使用量/7

傳至照護端，讓照護團隊可以更快地給予回饋，如：於照護不佳的時間點的提醒多加監測血糖值、提醒飲食與運動的配合時機以及藥物劑量的調整。

在動態規劃中我們採用 Utility Function 建立個人化貝氏網路的條件機率來記錄個人血糖監測的習性，使往後的規劃可規劃出更適合個人願意配合與可以配合的監測時間點。

Algorithm Dynamic_SMBG_planning (input: Initial_state, Goal_state).....(1)

1. **If** (Is_Dynamic_change)
2. State_space_search(Initial_state, Goal_state);
// find a plan, P1
3. **If** (Is_TimePoint_change) // user want to change timepoints
4. Change timepoint from timepoint pool;
5. Update personal SMBG Bayesian Network, SMBGBN;
6. **If** (Is_Dynamic_change) // according SMBG target by diabetes-Care SMBG experts
7. Update Initial_state;
8. Dynamic_SMBG_planning(Initial_state, Goal_state);
9. **Else** Store plan into plan template;

Algorithm State_space_search(input: Initial_state, Goal_state).....(2)

1. **For each** Personal_PG in Monitor_TimePoint
2. Calculate the utility value of each pair of actions/timepoint choices between pre-state and post-state from utility function;
3. Choose the best timepoint choice according to utility values;
4. Store the chosen timepoint choice.
5. Return a plan, P1;

Utility Function

$$U(A2)=k \times P(A2) \times PG(A2) + (1-k) \times P(A2|A1) \dots\dots(3)$$

- k：調校的權重的百分比
- A1：前一血糖監測活動(Action)
- A2：接續的血糖監測活動
- P(A2)：A2 的機率
- PG(A2)：A2 滿足目標值的機率
- P(A2|A1)：A1 發生下，A2 發生的條件機率

系統一開始需先收集病友血糖監測的 Initial State 與 Goal State。由 State-Space 搜尋公式透過 Utility Function 找出適合的監測時間點(Plan 1, P1)，每一次的紀錄將更新個人的血糖自我監測貝氏網路(Personal SMBG Bayesian Network, SMBGBN)，並更新監測時間點紀錄儲存區(TimePoint Pool)、產生新的 Initial State

與建議的監測時間點(Plan Template)。下次病友再次使用此系統時，將以新的 Initial State 再次動態運算產生規劃的結果，經過每一次的修更將產生更具個人化的血糖自我監測建議結果(圖 2)。

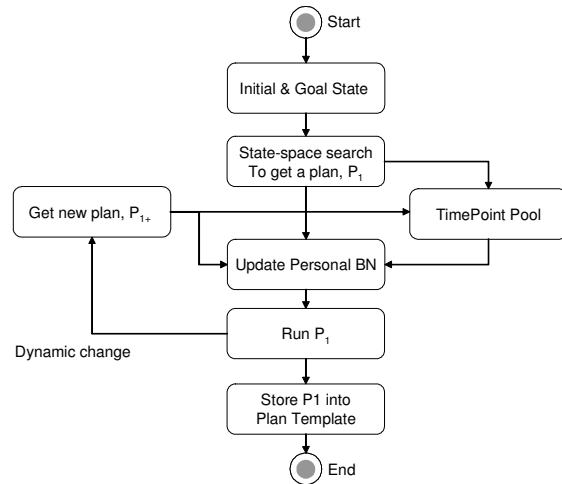


圖 2 個人化動態血糖自我監測規劃程序

四、結論

本研究運用目標導向規劃技術建立血糖自我監測的規劃與 Utility Function 建立個人化貝氏網路的條件機率來記錄個人血糖監測的習性，提出一基於糖尿病血糖自我監測知識本體論(SMBG Ontology)的個人化動態血糖自我監測規劃模式。使病友與醫師可以透過此系統輔助共同規劃可行之糖尿病血糖自我監測模式，並且可配合網路即時傳輸達到提醒與建議的效果。血糖自我監測的模式探討事實上還有許多必須要注意的，如飲食、運動與用藥等因素的影響。故未來可以朝著建立更完整的環境因子運算規則與模式，並建立更完整的糖尿病照護知識本體論(如：包含飲食、護理、用藥...等相關影響因子之完整關連)，讓糖尿病血糖自我監測的規劃更趨完整。

五、致謝

本研究由經濟部委託財團法人資訊工業策進會-資策會創新前瞻技術研究計畫辦理。

六、參考文獻

- [1] 游能俊、林瑞祥、蘇景傑、陳思羽、王朝弘、蘇秀悅、許惠恆、蔡世澤、王佩文、張媚、汪宜靜、蔡明燕、李碧雲、王惠芳、邱妃杏、柳素燕、曾錦璋、劉秀珍、洪乙仁、盧介祥、歐陽鍾美、楊雀戀、劉麗兒、張秋娥、趙強、陳紋慧、林時逸、李奕德、蘇矢立、林素蘭、張美珍、葉桂梅、施良珠、曾雅玉、林淑滿、蔡玲貞，2006 進階血糖自我監測工作坊，中華民國糖尿病衛教學會，2006 年，彰化。
- [2] 葛偉民、黎煥中，”以 Ontology 為基礎的健康照護教育機制 - 以慢性病飲食照護為例”，二〇〇六數位生活科技研討會，2006 年 6 月。
- [3] 蔡世澤、游能俊、蘇景傑、杜思德、陳永懿、林瑞祥、盧介祥、張媚、黃碧玉、歐陽鍾美、蘇秀悅、王惠芳、施良珠、陳美妃、陳綉慧、江婉儀、余淑涓、吳秋美、汪宜靜、林素蘭、徐慧君、張美珍、曾雅玉、滕玉鳳、邱妃杏、葉桂梅、蔡明燕、吳貴美、李碧雲、沈淑芬、馮淑華、劉秀珍、練淑靜、陳惠津、劉麗兒、蔡玲貞，血糖自我監測工作坊，中華民國糖尿病衛教學會，2005 年，花蓮。
- [4] 黎煥中、陳頌傑、葛偉民，“以 MMS 為基礎之衛教編輯工具與行動化衛教服務模式”，二〇〇六數位生活科技研討會，2006 年 6 月。
- [5] 黎煥中，“以病患為中心之個人化隨身衛教提醒照顧服務”，第十七屆物件導向技術及應用研討會，2006 年 9 月。
- [6] American Diabetes Association, “Standards of Medical Care in Diabetes-2007,” *Diabetes Care*, vol. 30, Jan. 2007.
- [7] D. U. Campos-Delgado, M. Hernandez-Ordóñez, R. Femat, and A. Gordillo-Moscoso, “Fuzzy-Based Controller for Glucose Regulation in Type-1 Diabetic Patients by Subcutaneous Route,” *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 53, no. 11, pp. 2201-2210, Nov. 2006.
- [8] H. C. Li and W. M. Ko, “Automated Food Ontology Construction Mechanism for Diabetes Diet Care,” *International Conference on Machine Learning and Cybernetics (ICMLC 2007)*, Hong Kong, China, 2007.
- [9] H. C. Li, W. M. Ko, and H. W. Tung, “Food Clustering Analysis for Personalized Food Replacement,” *The 26th Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society (NAFIPS'07)*, San Diego, California, USA, 2007.
- [10] L. J. Chassin, M. E. Wilinska, and R. Hovorka, “Evaluation of Glucose Controllers in Virtual Environment: Methodology and Sample Application,” *Artificial Intelligence in Medicine*, vol. 32, pp. 171-181, 2004.
- [11] M. H. Wang, C. S. Lee, H. C. Li, and W. M. Ko, “Ontology-based Fuzzy Inference Agent for Diabetes Classification,” *The 26th Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society (NAFIPS'07)*, San Diego, California, USA, 2007.
- [12] R. J. Schrot, “Targeting Plasma Glucose: Preprandial Versus Postprandial,” *Clinical Diabetes*, vol. 22, no. 4, 2004.
- [13] T. R. Gruber, “What is an Ontology?,” <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>, 2004.
- [14] V. Tresp, T. Briegel, and J. Moody, “Neural-Network Models for the Blood Glucose Metabolism of a Diabetic,” *IEEE Transactions on Neural Network*, vol. 10, no. 5, Sep. 1999.