

uCDSS: Development of an Intelligent System for Ubiquitous Healthcare

안현순^a, 최명선^b, 김관유^a, 이승한^a, 최시명^a, 조만재^a, 이상경^a, 김진태^a

^a Department of Research and Development, ISU UBCare
170-5, Guro 3-Dong, Guro-Gu, Seoul, 152-847, Korea
Tel: +82-2-2105-5181, Fax: +82-2105-5090, E-mail: hsahn@ubcare.co.kr

^b Department of Biomedical Engineering, College of Medicine, Seoul National University
28 Yongon-dong, Chongno-gu, Seoul, 110-799, Korea
Tel: +82-2-2072-1978, Fax: +82-745-7870, E-mail: cemes78@snu.ac.kr

Abstract

Healthcare is a research field suitable for applying the recent ubiquitous techniques. As a test system, we developed a kind of CDSS (Clinical Decision Support System) running in ubiquitous environment, called as "uCDSS". The uCDSS is a core system of the ubiquitous healthcare and is composed of some "uMLMs(Ubiquitous Medical Logic Modules)". The uMLMs based on the class in C# programming language could be reused in development of CDSS, or another EHR system running in .NET environment. As a test system, we developed the DM(Diabetes Mellitus) knowledge system using ASP.NET. This system shows the potential of C# class-based uMLMs and the extensibility to any .NET development project.

Keywords:

Clinical Decision Support System; Medical Logic Module; EHR; Ubiquitous; Arden Syntax; .NET; C#

Introduction

의료분야에 지능형시스템의 구축 시도는 일반 컴퓨터과학, 인공지능, 전문가시스템 등의 분야에서 다양하게 이루어져 왔지만 의과학 지식이 사람의 생명과 직결되는 민감한 사항이라 의과학 지식의 구축은 지식 룰이 참이나 거짓인지를 판단하는 결정적 시스템으로 구축되어야 한다는 것으로 연구방향이 설정되고 있다. 특히 유비쿼터스 헬스케어 분야에서도 상황인지 및 의사결정을 위한 지능형 시스템의 개발에 있어 의과학 지식의 구축과 공유를 위한 표준 방법론을 유비쿼터스 환경을 고려하여 확장하는 노력이 한참 진행되고 있다[1]. 본 연구에서는 유비쿼터스 환경에서의 지능형 건강관리 시스템을 구축함에 있어 기초가 되는 임상(의학적) 의사결정 지원 시스템(CDSS: clinical Decision Support System)[2]과 의학논리모듈(MLM:

Medical Logic Module)[3]의 확장된 적용 형태와 개발 방법을 제안한다.

Approach

Two Approaches for MLM

MLM(Medical Logic Module)은 의학적 의사결정을 위한 가장 작은 논리 단위로서 CDSS의 지식에 해당하는 부분이다. MLM은 의학 지식의 공유를 목적으로 제안된 Arden Syntax[3]와 기타 프로그래밍 언어 등으로 작성 될 수 있다.

Using Arden Syntax

Arden Syntax는 의학지식의 공유와 재사용을 위한 MLM작성 표준으로서 Columbia-Presbyterian Medical Center 등에서 이미 사용되고 있다[4]. Arden Syntax는 해당 MLM의 유지와 관리를 쉽게 하기 위하여 maintenance, library, knowledge 등 세 개의 카테고리로 구성되어 있으며 각각의 카테고리는 여러 개의 슬롯(slot)으로 이루어져 있다.

```
maintenance:
  slotname: slot-body;;
  slotname: slot-body;;
  ...
library:
  slotname: slot-body;;
  ...
knowledge:
  slotname: slot-body;;
  ...
end:
```

그림 1. Arden Syntax의 구조

그러나 Arden Syntax로 작성된 MLM은 그 사용 기관에 따라 의사결정 시스템이 참조하게 될 데이터의 위치와 이름을 재정의 하는 등 수정작업이 반드시 필요하며, 텍스트로 작성된 Arden Syntax를 실행 가능한 형태로 만들기 위해서는 기존의 컴퓨터 프로그래밍에 사용되는 컴파일러(compiler)와 비슷한 시스템을 추가적으로 개발해야 한다. 더구나 비영어권 국가에서 이를 사용하여 의학지식을 구축하는 작업은 도메인전문가(의사)나 지식공학자에게 어려운 작업임에 틀림없다.

Using Programming Language

컴파일러 및 분석 엔진을 추가로 개발해야 하는 Arden Syntax 기반의 MLM과 달리 프로그래밍 언어로 직접 MLM을 작성하면 추가적인 환경 구축 없이 사용할 수 있다. Arden Syntax의 사용 키워드와 작성 구조, 그리고 그 작성 주체를 고려해 볼 때 프로그래밍 언어로 작성을 하는 것이 결코 현실성 없는 것은 아닐 것이다.

Methods

Development of uMLM using C# Language

우리는 최근 그 영역이 확대되고 있는 닷넷(.NET)[5] 기반의 개발 환경에서 유연성 있게 사용될 수 있는 uMLM(ubiquitous Medical Logic Module)을 프로그래밍 언어인 C#[6]을 이용하여 클래스 형태로 개발하였다.

Modeling

Arden Syntax의 기본 구성 요소를 대부분 포함하도록 하였다. 따라서 uMLM을 만들기 위한 추상클래스(abstract class)[6]에는 Arden Syntax의 maintenance, library, knowledge 카테고리에 해당하는 대부분의 슬롯(slot)이 멤버 변수와 메소드 등으로 정의 되어 있다.

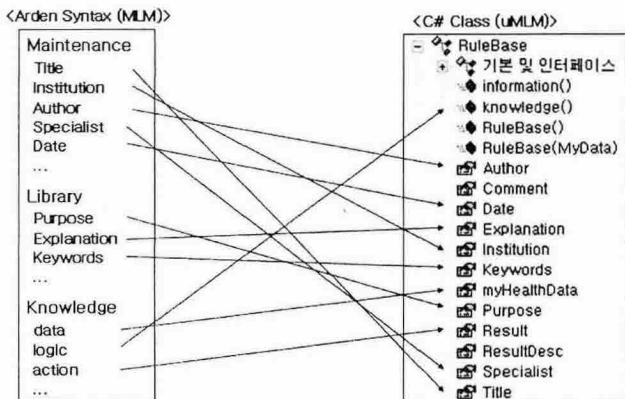


그림 2. uMLM과 MLM의 구조. MLM의 logic 슬롯은 uMLM Class의 knowledge() 메소드로 기술이 되며, MLM의 data 슬롯은

uMLM의 myHealthData로 대체된다.

Knowledge Classes for Diabetes Management

uMLM의 구축 예로서 유비쿼터스 건강관리가 필요한 당뇨병을 선택하였다. 당뇨병은 진행상태에 따라 영양식이요법, 운동요법, 약물처방요법, 인슐린 치료요법 등 다양한 양상을 가지므로 환자의 정확한 상황인지(context-aware) 및 맞춤 치료계획을 위한 의사결정시스템이 필요한 예로서 적합하다.

우리는 당뇨병 관리를 위한 몇 가지 uMLM 클래스를 구현해 보았다. Arden Syntax의 문제점 중에 하나인 데이터 슬롯에 관한 문제(Data issue)를 해결하기 위해 데이터의 위치와 값을 정의하는 클래스 HealthData를 만들어 그 인스턴스(instance)인 myHealthData를 uMLM의 데이터로 사용할 수 있게 하였다.

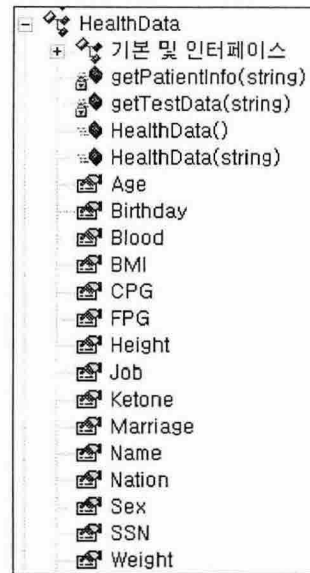


그림 3. HealthData의 구조. 인스턴스인 myHealthData는 uMLM의 데이터로서 Arden Syntax의 data 슬롯에 해당한다.

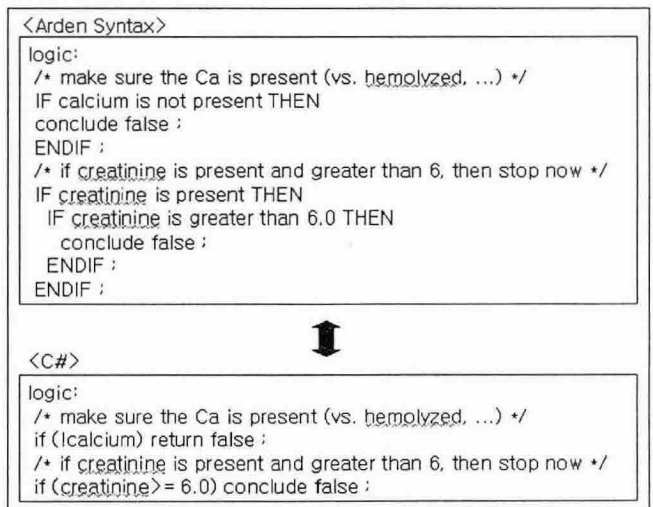


그림 4. Arden Syntax와 C#에서의 논리 표현 따라서 Arden Syntax의 데이터 슬롯을 매년 수정하는

것과 같은 작업을 생략할 수 있게 하였다. 또한 문장 형태의 키워드로 논리적인 처리를 하게 되는 MLM의 logic슬롯은 프로그래밍 언어로 표현 될 경우 사용되는 연산자와 그 표현 방식만 다를 뿐 기본적인 논리 구조는 동일하다. 오히려 <그림 4>와 같이 중복적인 표현이 생략되어 더 효율적이라 할 수 있다.

Dynamic Knowledge Instances

지식을 추가할 때마다 매 번 uMLM 클래스를 만드는 것이 비능률적일 수도 있다. 따라서 실제 지식에 해당하는 내용을 각각의 요소(데이터 변수, 논리 종류, 논리 결과) 별로 데이터베이스에 저장하여 이들 레코드를 이용한 uMLM 인스턴스를 동적으로 생성하는 방식 또한 적용해 보았다. 모든 경우의 지식을 표현하기 위해서는 데이터베이스의 설계와 이를 기반으로 한 동적 인스턴스를 생성하는 알고리즘이 좀 더 개선 되어야 하지만 복잡하지 않은 단순한 지식에 대해서는 동적으로 uMLM이 생성되는 것을 알 수 있었다. 이는 Arden Syntax기반의 MLM을 실행시키는 또 다른 엔진의 형태가 될 수도 있다.

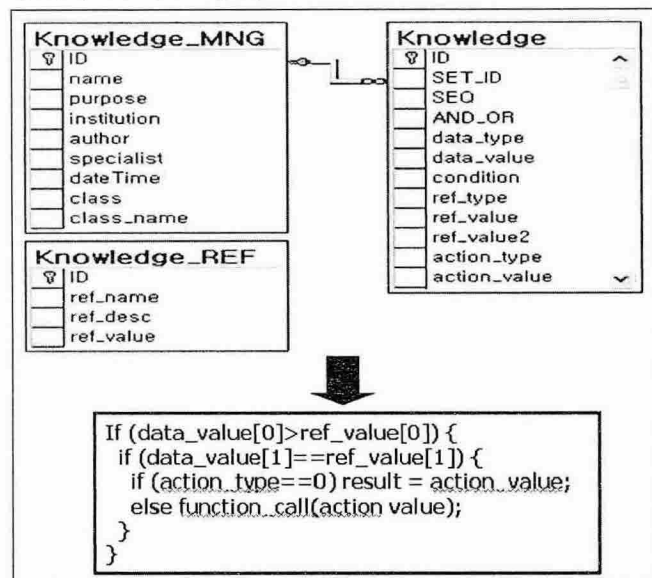


그림 5. Dynamic Knowledge Instances

uCDSS

uMLM을 적용해 실제 건강관리 시스템에서 동작하는 uCDSS(ubiquitous Clinical Decision Support System)을 구축해 보았다.

Architecture

유비쿼터스 환경에서의 데이터 흐름과 적용 방법 등을 고려하여 .NET 기반의 웹 환경으로

구축하였으며, 데이터의 수집과 전송은 기타 유비쿼터스 장비들의 역할로 분리하여 본 연구에서는 실제 구현까지는 하지 않았다.

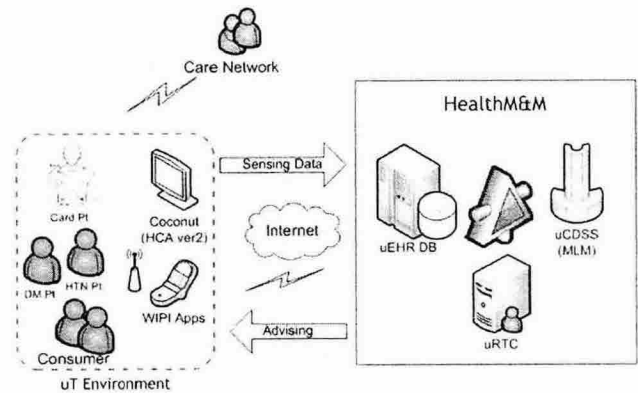


그림 6. u-Healthcare

Apply to ASP.NET

C# 언어로 작성된 uMLM을 사용하기 위해 우리는 ASP.NET으로 웹 환경을 구축하였다. 시험적으로 혈당에 의한 당뇨진단, 자가진단에 의한 당뇨가능성 진단, 체중 변화에 근거한 비만 경고, 당뇨환자의 식이 및 약물 관리를 위한 uMLM을 사용하였으며, 이들 uMLM은 ASP의 실행 스크립트 (script)로 참조되어 서버 측에서 컴파일 된다.

그림7은 당뇨관리에 사용되는 MLM 클래스의 계층구조를 보여주고 있다. MLMBase 클래스는 부모클래스로서 클래스 파생을 위한 MLM 골격으로서의 추상클래스 형태를 띤다. 당뇨관리를 위한 MLM 파생클래스로는 MLMSD(자가진단), MLM_DM2Guide(제2형 당뇨 가이드), MLM_Obesity(비만), MLM_DM(제1형, 2형 당뇨 진단), MLM_IFG(공복혈당장애 판단), MLM_IGT(내당능장애 판단) 등으로 구성된다. 그림에서 별도로 나와 있는 HealthData 클래스는 상황인지를 위한 데이터를 유지하게 된다.

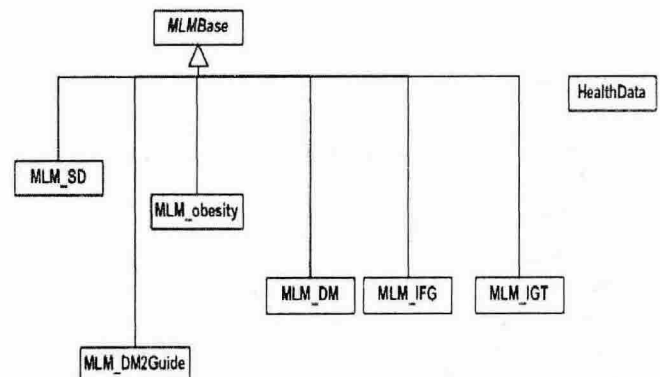


그림 7. 당뇨관리 MLM 클래스 다이어그램

Results

웹 환경으로 개발된 당뇨 관리 모의 시스템은 혈당 수치에 근거한 당뇨 가능성, 비만으로 인한 당뇨 위험, 자가 진단에 의한 당뇨 가능성, 당뇨환자의 식생활 및 약물치료 가이드 등에 uCDSS를 적용할 수 있음을 보여준다.

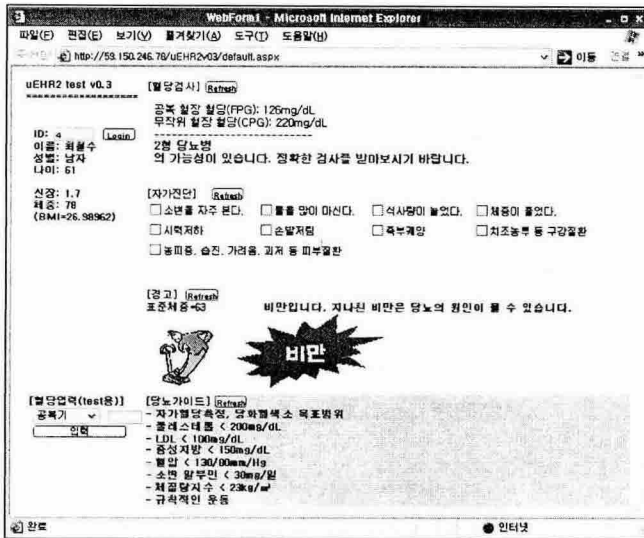


그림 8. ASP.NET으로 개발된 당뇨 관리 시스템

Conclusion

Arden Syntax 기반의 MLM이 작성하기 쉽고 공유가 쉬운 것은 사실이다. 그러나 현 시스템에 이를 적용하기 위해서는 MLM을 분석하여 실행 가능한 형태로 만들기 위한 컴파일러와 같은 엔진 개발이 필수적이다. 본 연구는 Arden Syntax 기반의 이러한 단점을 최소화 시키고 .NET 환경에서 자유롭게 활용할 수 있도록 C# 언어로 uMLM을 시험적으로 개발하여 실제 CDSS 시스템에 적용하는 데에 그 목적이 있으며, 또한 동적 uMLM 인스턴스 생성을 통해 Arden Syntax 기반의 MLM과의 연동 가능성을 보여주고 있다.

References

- [1] E. Turban and J.Aronson, "Decision Support Systems and Intelligent Systems", 5th edition, Prentice Hall International Inc., pp. 439-445., 1998.
- [2] Ida Sim, Paul Gorman, Robert A. Greenes, R. Brian Haynes, Bonnie Kaplan, Harold Lehmann, and Paul C. Tang, "Clinical Decision Support Systems for the Practice of Evidence-based Medicine", J Am Med Inform Assoc 2001;8(6):527-534.
- [3] Arden Syntax SIG of HL7, "Arden Syntax for Medical Logic Systems", Health Level Seven, 2002.
- [4] The Arden Syntax for Medical Logic Systems, <http://cslxinfmtcs.csmc.edu/hl7/arden/>
- [5] . "Move to component based architectures: introducing Microsoft's .NET platform into the college classroom", Journal of Computing Sciences in Colleges 2004;19(3):301-310
- [6] KARLI WATSON, "Beginning C#", 정보문화사, 2002.
- [7] Azizi Ab Aziz and M. Fadli Ahdon, "The Design of an Intelligent Community Portal for Diabetes Patient"