

유비쿼터스 헬스케어 서비스 기반의 야뇨증 환자 치료를 위한 임상 프로토콜 지식표현 방법

Clinical Protocol Knowledge Representation Method for Ubiquitous Healthcare Service Based on Enuresis Patients care

황경순¹, 이선아¹, 이건명¹, 김원재², 윤석중²

Koung-Soon Hwang, Sun-A Lee, Keon-Myung Lee, Wun-Jea Kim, Seok-Jung Yun

¹충북대학교 전기전자컴퓨터공학부

E-mail: hks@aicore.cbnu.ac.kr, kmlee@cbnu.ac.kr

²충북대학교 의과대학 비뇨기학 교실

요 약

본 논문은 유비쿼터스 헬스케어 서비스 기반의 환자 치료를 위한 임상프로토콜 지식표현 방법을 제안한다. 제안한 방법은 프로토콜 태스크 관리 모듈, 이벤트 스케줄링 모듈, 그리고 자동실행 및 지식 공유를 위해 XML형식의 저장 모듈을 지원한다. 본 논문에서는 제안한 방법을 모바일(cell phone, PDA)과 웹 어플리케이션을 사용하여 야뇨증 환자치료를 지원하기 위한 유비쿼터스 헬스케어 서비스 기반의 임상 프로토콜 기술방법을 적용하였다.

키워드 : clinical protocol, knowledge representation, ubiquitous healthcare service

1. 서 론

1)임상 프로토콜 또는 가이드라인은 질 높은 의료서비스를 위하여 중요한 틀로써 정부나 기업 또는 대학에서 지속적으로 연구되어 왔다[1,2,3,4,5,6,7]. 임상 프로토콜은 전문의들이 그들의 환자를 치료한 증거를 기반으로 구체적인 임상경로(clinical pathway)를 기술한 것으로서, 전문의마다 치료과정이 상이하거나 중복되기 때문에 일관성이 결여되기 쉬운 경향이 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여, 기존의 컴퓨터 기반의 프로토콜들은 일정한 형식의 지식표현 방법을 적용하여 지식을 공유함으로써 중복과 일관성 문제를 해결하기 위해 많은 연구들이 진행되었다. 또한 전문의들의 관점에서 환자들의 임상 정보 및 자료를 수집하고 이를 해석하기 위한 표준화된 치료계획을 적용하고 필요시에는 자동으로 그 계획을 수정하고 보완하기 위한 연구가 진행되어 왔다 [1,2,3,4,5,6].

하지만, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 전문의들(physicians), 환자들(patients), 그리고 정보시스템의 상호작용을 통해 환자 치료가 이루어 질 수 있기 때문에 모든 참여자 관점에서 임상 프로토콜을 기술할 필요가 있다[7].

본 논문에서, 제안한 모델은 참여자의 역할과 기능에 따라 태스크를 분류하고 이를 태스크-튜플(task-tuple)형식으로 관리한다. 그 태스크들은 전체적인 임상경로 또는 업무흐름(workflow)을 참조하여 이벤트 스케줄링(event scheduling)을 통해 임상 프로토콜을 기술한다. 그리고 임상 프로토콜의 지식을 공유하기 위해 XML형식으로 저장된다[5]. 본 논문에서는 제안한 방법을 모바

일 장치나 웹 어플리케이션을 이용하여 야뇨증 환자 치료를 위한 임상 프로토콜에 적용하였다.

2. 관련연구

일반적으로 임상 가이드라인이나 프로토콜의 지식표현은 텍스트 기반의 속성들을 정의함으로써 기술하거나, 규칙 기반 접근방법(rule-base approaches), 프레임 기반 접근방법(frame-base approaches), 그리고 네트워크 기반 모델(network-base models) 등과 같은 인공지능 기법을 결합하여 지식을 표현하고자 시도되어 왔다 [1,2,3,4,7].

규칙 기반 접근방법은 사실들과 주어진 사실들의 규칙을 적용할 수 있도록 제어를 해석하기 위하여 IF-THEN 규칙들의 집합으로서 조건부(condition-part)와 행동부(action-part)로 구성된다. 규칙 기반 접근방법은 관련된 규칙들과 실제의 상태인 사실들이나 추론된 지식들이 지식베이스에 저장된다. 그리고 추론엔진을 통하여 사용자로부터 쿼리(query)를 받아 입출력 장치를 통해 응답을 하며, 이와 같은 동적정보를 지식베이스에 있는 규칙들과 사실들을 이용하여 사용자에게 의해 주어진 상황에 대한 결론을 도출하기 위해 사용된다. Arden Syntax는 단일 의사결정을 표현하기 위하여 의학 로직 모듈(medical logic module :MLM)을 규칙 기반 접근방법을 사용하였다. 예를 들어, 알람, 진단결과, 메시지관리, 그리고 질의등과 같은 태스크를 수행하기 위해 사용되었다[1].

프레임 기반의 접근방법에서, 프레임은 하나의 객체나 사건에 관한 지식을 기억장치에 하나의 단위로서 함께 저장한다. 그리고 새로운 상황에서 추론을 하기 위해 기억 장치로부터 적절한 프레임이 선택된다. 프레임은 슬롯과 슬롯 값의 집합으로 구성된 일반 레코드 형식의 구조이다. 슬롯은 이름과 값 혹은 사실들이라고 불리는 부

이 연구는 지역산업중점기술개발 사업(보건의료 IH 3-41)의 지원을 받아 수행된 것임

분 필드를 가진다. 이 접근방법은 독일에서 환자에 대한 사실들을 선언 구조로 계획한 후, 의료 가이드라인 모듈 (medical guideline module)로서 임상 가이드라인을 기술하는 방법으로 환자에게 적용했다[2]. 즉, 환자의 사실에 대해 만족하는 조건을 가진 모든 프레임은 평가하고, 새로운 사실은 환자의 객체에 추가된다. 특히, 환자들의 사실에 의해 만족하는 조건을 가지는 모든 프레임을 찾는 것은 분류 문제로 본다. 즉, 환자들을 환자 자신의 사실에 따라 분류한다. 이와 같은, 분류 알고리즘 (classification algorithm)은 환자가 특정 치료시점에 두 개의 치료중 하나를 선택해야 경우에 유용하게 적용될 수 있다[2].

그 외에도 네트워크 기반 모델은 워크플로우 상에 일련의 추천된 행위나 의사결정들을 표시하기 위한 것으로서, 지식표현 방식으로는 유한상태 천의 그래프 (infinite-state transition graph)나 페트리 넷(Petri net)과 같은 형식으로 기술된다[3,4,6,7].

본 논문에서는 참여자의 역할과 기능을 고려해 태스크-튜플 형식으로 태스크 기술을 하고, 태스크들의 전체적인 임상경로 또는 업무흐름도(workflow)를 참조하여 이벤트 스케줄링을 통해 시나리오 형식으로 임상 프로토콜을 기술한다.

3. 제안한 프로토콜 모델

컴퓨터 기반의 임상 프로토콜 기술은 지식표현, 검증 (verification), 그리고 실행과 같은 여러 단계를 고려해 설계를 해야 한다. 첫 번째, 임상프로토콜의 지식표현은 행위, 환자정보 요구사항, 의사결정지원, 태스크사이의 제약조건, 업무흐름에 따른 시간 제약조건(temporal constraints) 또는 추천등과 같은 요소들의 모델링이 가능해야 한다. 두 번째, 임상프로토콜의 검증은 개발된 프로토콜이 얼마나 좋은가를 평가하기 위한 것으로서 매우 어려운 과정이다. 이 과정은 장기간 개발된 프로토콜을 수행하고 피드백을 통해 환자 치료를 위해 개선되어야 하는 여러 요소들을 측정함으로써 가능하다. 예를 들어, 치료효과, 치료과정의 순응도, 질환의 호전도 등이 프로토콜에 대한 검증 요소가 될 수이다. 마지막으로 실행단계는 임상경로 또는 워크플로우에 따라 처리과정을 정의하고 해석할 수 있어 자동으로 치료과정을 표시할 수 있어야 한다.

하나의 프로토콜은 여러 구성요소들로 구성된다. 그리고 그 구성요소들은 프로토콜들로 간주한다. 또한 프로토콜에는 누가 사용하는지, 태스크의 조건과 결과, 그리고 제약사항들과 같은 하나 이상의 객체들이 다루어진다. 그 외에도, 시간추이에 따라 환자를 치료하기 위해 프로토콜이 적용된 프로시저(procedure) 모듈이 요구된다. 이 프로시저에는 환자의 상태를 변경/유지, 진단이나 검사 결과의 탐색, 또는 진단이나 치료를 위해 의사결정에 대한 결과를 수락하거나 거부하는 등의 처리과정 등을 기술한다.

[그림1]은 웹 브라우저를 이용한 야뇨증(enuresis)환자를 치료하기 위한 프로토콜의 일부를 보여주고 있다. 이는 환자등록, 로그인, 자가진단 등의 여러 서브프로토콜들이 계층적으로 구성된다. 예를 들어, 전문의 진단 프로토콜은 구체적으로 전문의가 환자면담 및 이학적 검사를 통해 질병여부 및 질병 분류 등을 판단하게 된다. 또한 질병분류를 위해서는 과거병력, 최근 6개월의 배뇨 습관, 그리고 과민성 방광질환여부, 방광용적 등을 고려하여 질환을 자동 분류하는 알고리즘이 적용된다.

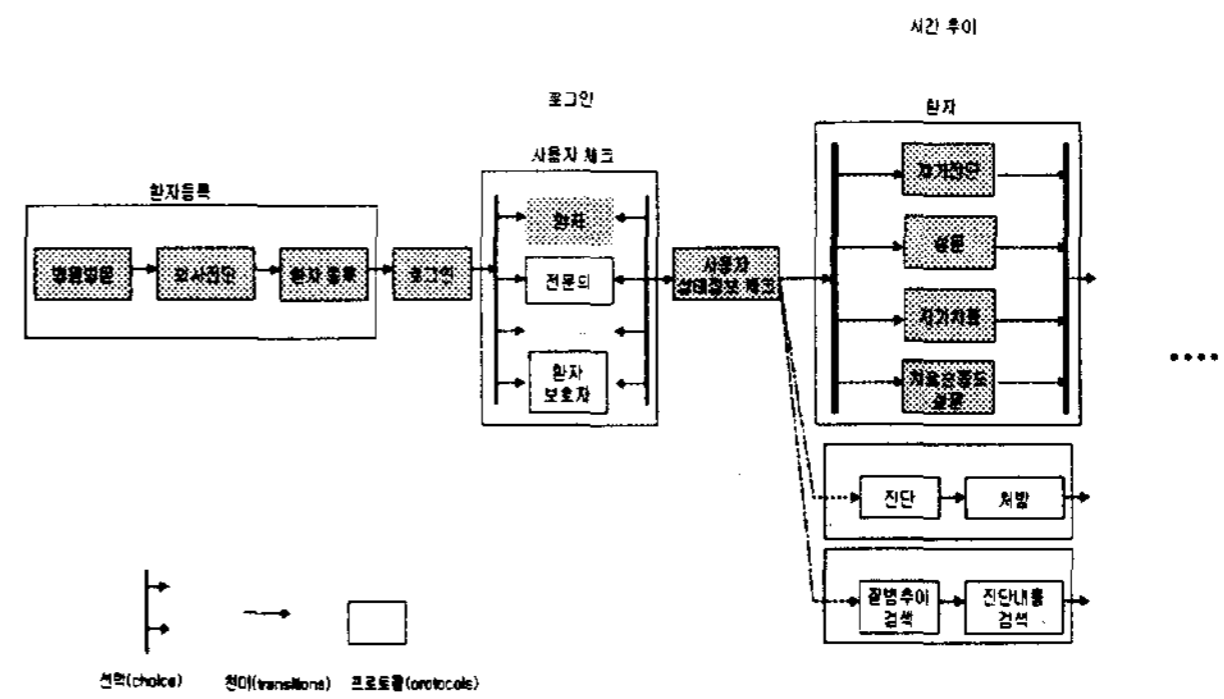


그림 1. 야뇨증환자 치료 프로토콜의 일부

그 외에도 프로토콜 상의 프로시저 상태 및 상태 천이 정보는 각 프로시저가 처리되는 동안 기록되어야 한다. 이유는 하나의 프로시저가 시작되고 종료될 때마다 다음 프로시저를 수행할지 안할지를 결정하기 때문이다. 예를 들어, 프로시저가 시작될 때는 이전 프로시저의 결과를 만족하거나 초기 설정된 값을 만족하는 경우 해당 프로시저를 수행하게 된다. 즉, 환자가 자가 치료를 수행하기 위해서는 전제조건으로 병원방문, 의사진단 이후, 환자등록이 완료된 상태에서만 가능하다.

이 모든 정보는 지식수준의 구성요소, 즉 프로토콜로서 지식공유를 위해 XML형식으로 저장되고 관리된다.

3.1 임상프로토콜의 태스크 관리

일반적으로 전문의, 환자, 환자보호자와 같은 의료서비스 참여자들은 프로토콜 태스크 관리에 대해서는 관심이 없다. 즉, 시스템 사용자는 사용자 인터페이스를 통해 원하는 정보를 입력하고 결과를 확인하는 기능에 관심이 더 있다. 하지만 컴퓨터 기반의 유비쿼터스 헬스케어 서비스를 위한 임상 프로토콜 기술에 있어 태스크의 관리는 중요한 문제이다.

한편, 프로토콜의 지식표현을 구현하기 위해서는 문서형식의 프로토콜에서 컴퓨터형식으로 변환해야 하는 여러 단계의 과정이 요구된다. 즉, 그 단계들은 (1) 전문의를 통해 프로토콜 문서화, (2) 그 문서의 세분화, (3) 개념들의 분리, (4) 규칙들을 생성, (5) 실행 가능한 태스크를 생성, (6) 의사결정을 위한 변수들을 명세화한 후 실행될 태스크를 삽입, (7) 태스크들의 유형을 정의한 후 연관된 서비스들을 선택하고, 즉 이벤트 스케줄링을 생성한다, 이 모든 작업은 (8) 사용자 인터페이스를 통하여 명세서(specification)로 생성된다.

이러한 과정 중에 (5)번째 실행 가능한 태스크를 생성하고 그 태스크들을 관리하기 위하여, 본 논문에서는 의료서비스에 참여하는 모든 참여자 관점에서 참여자의 역할이나 기능에 따라 태스크를 분류하고, 해당 태스크 수행 시 요구되는 제약조건이나 결과에 대해 아래와 같이 태스크-튜플 형식으로 기술한다.

프로토콜 상에서 수행되어야 할 각 태스크 T_i 는 태스크를 수행할 액터 종류 PL_i , 전제조건 c_i , 사후조건 c_o , 태스크 수행 전의 상태 s_{PRE} , 태스크 수행 후의 상태 s_{POST} 로 기술한다[7].

$T_i = (PL_i, e_i, c_i, c_o, s_{PRE_i}, s_{POST_i})$
 $PL = \{PL_i | 1 \leq i \leq |PL|\} = PAUCLUSYS$: 액터의 종류
 $PA = \{PA_i | 1 \leq i \leq |PA|\}$: 환자의 종류 집합
 $CL = \{CL_i | 1 \leq i \leq |CL|\}$: 전문의 종류의 집합
 $SYS = \{SYS_i | 1 \leq i \leq |SYS|\}$: 정보시스템 종류의 집합
 $S = S_p \cup S_c \cup S_{sys} = \{s_i | 0 \leq i \leq |S|\}$: 상태의 집합
 $s_{PRE_i} \in S, s_{POST_i} \in S$
 $C_i = \{c_i | 1 \leq i \leq |C|\}$: 사건의 전제조건 집합
 $C_o = \{c_o | 1 \leq i \leq |A|\}$: 사건의 사후조건 집합

그림 2. 태스크-튜플 형식

태스크 T_i 은 $T_i = \{actor_type, task_name, preceding_state, pre_condition, post_condition, following_state\}$ 로 기술한다. 예를 들어, 배뇨일지 태스크는 다음과 같이 표현된다.

$T_i = (\text{환자}, \text{배뇨일지}, \text{환자등록완료}, (\text{배뇨일지 날짜} \leq \text{주기 이내} \&\& \text{일일 배뇨횟수} \leq 5, (Pc | Cell Phone | PDA)), (\text{배뇨일지작성 완료}, \text{참여자상태정보갱신완료}))$

이와 같이 태스크-튜플 형식으로 기술된 내용은 테이블(relation database)에 아래와 같은 형식으로 저장된다.
 $voiding_diary(patient, self_diagnosis, 11.00, 10.01, (11, 10, PC), self_diagnosis_analysis)$

이때, 환자의 배뇨일지의 상태정보는 최초작성(1 or 0), 취소(1 or 0), 작성 중(1 or 0), 작성완료(1 or 0)등으로 표시된다.

또 다른 예제로는, 환자가 전문의에서 상담을 요청한 후, 전문의로부터 그 답변에 대한 태스크 기술은 [그림3]과 같다.

actor_type	physician
event	consultation answer
preceding_state	patient_consultation request
following_state	patient_consultation_result confirmation
pre_condition	done(patient_consultation request writing)
post_condition	have(results of physician consultation answer) and have(actors state-information change) do type = direct, now or within a day
task	<pre> { check (physician consultation answer); change(physician state); } change (patient_state, physician_state, system_state); </pre>

그림 3. 의료 상담답변 태스크

상담답변의 액터는 전문의이며 태스크명은 상담답변, 전제조건은 환자나 환자보호자가 상담 내용을 작성 완료상태 이어야 하며, 사후조건으로는 상담내용의 답변을 하므로 참여자의 상태정보가 변경되어야 한다. 즉, 특정 태스크가 수행되는 동안의 상태 천이 내용이 변화되고 유지되어야 한다.

그 외에도, 태스크의 종류에는 환자등록, 전문의 진단, 자가진단, 자가진단 분석, 자가치료, 치료 순응도 설문, 상담요청, 상담답변, SMS서비스(알람정보), 기타 등등이 있다. 태스크들은 참여자가 프로토콜을 이행해하는데 필요한 하나의 모듈로 구현된다.

3.2 임상프로토콜의 이벤트 스케줄링

기존에는 임상 가이드라인이나 프로토콜은 정적으로 기술된 후, 전문의가 이를 보고 환자를 치료하기 위해

참조를 하는 반면, 본 논문에서는 태스크 수행에 영향을 미치는 일련의 동작들을 이벤트 스케줄링 통해 임상 프로토콜을 기술하였다. 태스크에 대한 이벤트 스케줄은 프로토콜의 이름, 태스크 이름, 액터유형, 태스크 레벨, 사전상태, 사후상태, 그리고 주기와 횟수, 또는 시작일과 같은 시간 제약조건 등이 이벤트 관리를 위해 기술된다. [그림4]는 사용자 인터페이스를 통해 이벤트 스케줄을 등록하는 화면을 보여주고 있다.

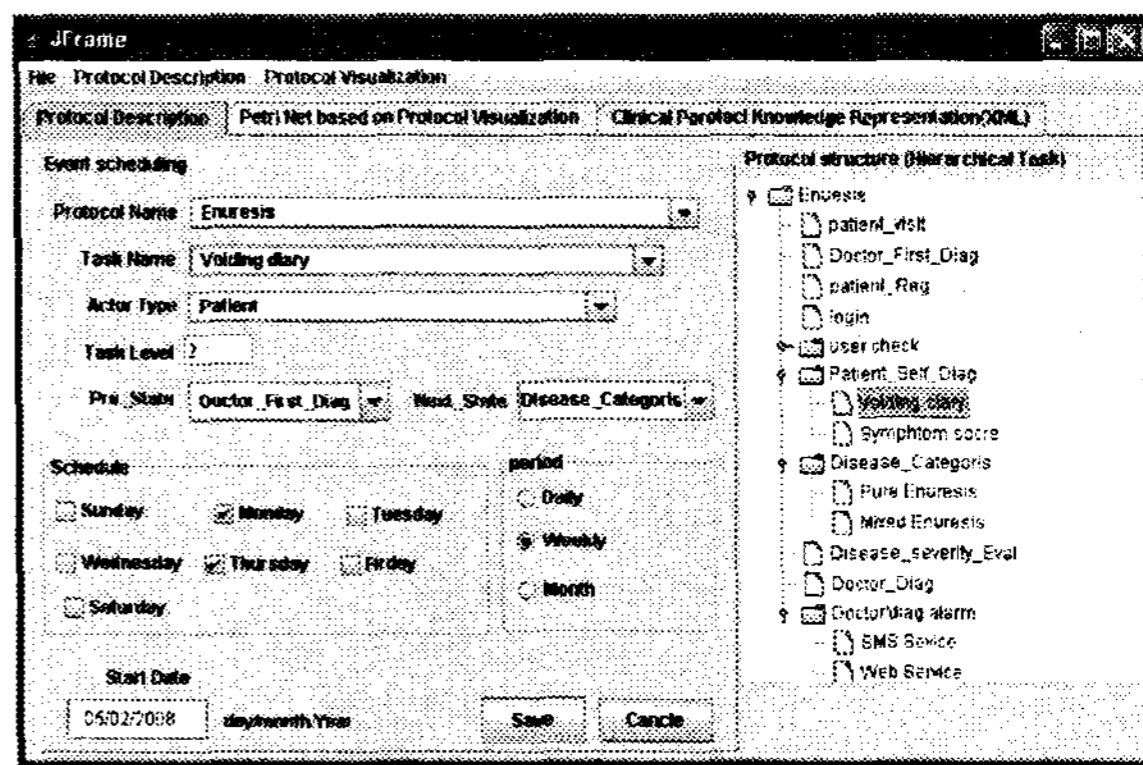


그림 4. 이벤트 스케줄을 위한 사용자 인터페이스

위 내용은 [그림5]와같이 XML형식으로 저장된다.

```

<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<!DOCTYPE item SYSTEM "cProtocol.dtd">
<procedure>
  <proctol_name>Enuresis</proctol_name>
  <task_name>VoidingDiary</task_name>
  <actor_type>Patient</actor_type>
  <task_level>2</task_level>
  <pre_sate>DoctorFirstDiag</pre_sate>
  <post_sate>DiseaseCateg</post_sate>
  <schedule>
    <Sunday>0</Sunday>
    <Monday>1</Monday>
    <Tuesday>0</Tuesday>
    <Wednesday>0</Wednesday>
    <Thursday>1</Thursday>
    <Friday>0</Friday>
    <Saturday>0</Saturday>
  </schedule>
  <period>
    <Daily>0</Daily>
    <Weekly>1</Weekly>
    <Monthly>0</Monthly>
  </period>
</procedure>
    
```

그림 5. XML형식의 임상 프로토콜 기술

이벤트 스케줄 관리에는 태스크 수행에 영향을 미치는 일련의 동작들로 기술된다.

4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 유비쿼터스 헬스케어 기반의 환자치료를 위한 임상 프로토콜의 지식표현 방법을 제안하고, 이를 웹이나 핸드폰이나 PDA와 같은 모바일장치의 어플리케이션을 이용하여 야뇨증 환자를 치료하기 위한 임상 프로토콜에 적용하였다. 하지만 제안된 태스크-튜플 기반의 지식표현 방법은, 에이전트(software) 관점에서 효

울적으로 작업을 처리할 수는 있지만, 그것을 직접 참조하여 치료에 적용해야하는 전문의(human)관점에서는 프로토콜을 직관적으로 이해하는 되에는 어려움이 있다.

향후과제로는 이러한 단점을 보완하기 위하여, 네트워크 기반의 모델을 적용하여 프로토콜을 시각적으로 나타낼 수 있는 지식표현 방법에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] Hripcsak G, Ludemann P, Pryor T, Wigertz O, and Clayton P, "The arden syntax for medical logic modules: introduction," Computers and BioMedical Research, Vol. 27, pp. 291-324, 1994.
- [2] Heinlein C. K Kuhn, P Dadam, "Representation of medical guidelines using a classification-based system," ACM, pp. 415-422, 1994.
- [3] Stuart I. Herbert, Cohn J. Gordon, Andrew Jackson-Smale, and Jean-Louis Renaud Salis, "Protocols for clinical care," Computer Methods and Programs in Biomedicine., Vol. 48, pp. 21-26, 1995.
- [4] Mark A. Musen, Samson W. Tu, Amar k.Das, and Yuval Shahar, "EON: A Component-Based Approach to Automation of Protocol-Directed Therapy," Journal of American Medical Information Association, Vol. 3, No. 6, pp. 367-388, 1996.
- [5] Wang D, Peleg M, Tu SW, Shortliffe EH, Greenes RA, "Representation of clinical practice guidelines for computer-based implementations," Medinfo, Vol. 10, pp. 285-289, 2001.
- [6] DAVID R. SUTTON and JOHN FOX, "The Syntax and Semantics of the PROforma Guideline Modeling Language," Journal of the American Medical Informatics Association, Vol. 10, No. 5, pp. 433-443, 2003.
- [7] 황경순, 이선아, 이건명, 김원재, 윤석중, 하윤석, "의사 중심으로 부터 참여자 중심의 유비쿼터스 헬스케어 프로토콜 기술", 한국퍼지및지능시스템학회 2007 추계학술대회 논문집, 제17권, 제2호, pp.153-158, 2007