

의사결정시스템을 이용한 진료 프로세스 동적 생성에 관한 연구¹⁾

A Study on Dynamic Clinical Process Generation based on Clinical Decision Support System

민영빈*, 오제연*, 강석호*

* 서울대학교 산업공학과 bluesboybin@naver.com
raphael@netopia.snu.ac.kr
shkang@snu.ac.kr

Abstract

최근 의료 서비스의 질적 향상을 위해 지식 기반 의사결정지원 시스템 (Decision Support System)의 도입이 지속적으로 이루어지고 있으며, 이의 대표적 예로 임상실행지침(CPG : Clinical Practice Guideline) 중심의 진료 시스템이 있다. 임상실행지침은 환자가 병원에서 거치는 프로세스를 표현한 것으로, 질환에 대한 환자의 표준화된 진료 프로세스 지식이다. 본 연구에서는 임상실행지침, 의료 지식, 환자의 실시간 데이터를 연결시켜 환자가 병원에서 받아야할 진료 과정을 동적으로 생성하는 의사결정지원 시스템을 제시한다. 본 시스템은 임상실행지침과 의료지식을 바탕으로 추상화된 진료 프로세스 템플릿을 생성하고, 이 템플릿의 인스턴스에 해당하는 환자의 실시간 데이터를 반영하여 이후의 진료 프로세스를 동적으로 생성한다.

1. Introduction

최근 의료 서비스의 질적 향상을 위해 지식 기반 의사결정지원 시스템 (Decision Support System)의 도입이 지속적으로 이루어지고 있다. 대표적 예로 임상실행지침(CPG : Clinical Practice Guideline) 중심의 진료 시스템이 있다. 임상실행지침은 의료 종사자와 환자들이 상황에 맞는 적절한 치료를 가능하도록 돕기 위해 만든 체계적 진술이다 [4]. 즉 임상실행지침은 환자가 병원에서 거치는 과정에서 고려해야 하는 의료 지식을 체계적으로 표현한 것으로서 질환에 대한 표준화된 진료 프로세스를 보여준다.

일반적으로 병원의 의료 서비스 품질 및 일관성, 비용과 같은 요소를 산정하는 과정은 매우 복잡하고 정량화하기 힘들다. 이는 여러 개의 복잡한 프로세스를 거쳐 실행됨과 동시에 모든 환자를 대

상으로 동일하게 제공될 수 없다는 의료 서비스의 특성 때문이다. 또한 이러한 의료 서비스의 속성들로 인하여 의료 사고가 발생한 경우 책임 소재와 보상 내용의 결정에 어려움을 겪는다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 지난 몇 년 동안 명시화된 지침을 기반으로 한 헬스케어가 더욱 중요해졌고, 많은 사람들이 임상실행지침에 근거한 의사결정시스템 개발에 참여하고 있다.

임상실행지침의 목적은 다음과 같다 [4].

- 검증된 지침에 근거한 처방 기술
- 임상에서 부적절한 변동 사항을 줄이기 위해
- 진단과 처방 시 합리적인 참조 기반 마련
- 병원 내 가용 자원들의 효율적인 사용
- 회계 감사를 포함한 병원 서비스의 품질 관리

위와 같은 요구사항들을 만족하기 위해 의사결정시스템은 의료 지식을 모델링하고, 모델링한 지식을 컴퓨터가 처리할 수 있는 형태로 표현해야 한다. 이를 위해 크게 두 방향의 접근이 크게 이루어져 왔다. 하나는 임상실행지침을 컴퓨터가 처리할 수 있는 형태인 XML과 같은 문서로 표현하는 작업이고 [1], 다른 하나는 특정 질환의 임상실행지침 워크플로우를 작성하는 작업이다 [2]. 이 둘은 서로 병렬적으로 진행되어 왔으며, 의사결정시스템을 만들기 위해서 반드시 필요한 작업들이라 할 수 있다.

2004년에 예일 대학의 의료 정보 공학 센터 (Yale center for medical informatics)에서 표준화된 임상실행지침 지식을 진료 프로세스와 통합하는 의사결정시스템 개발 연구를 수행하였다 [3]. 하지만 앞의 두 연구를 연결하는 수준에서 그치고 있으며, 진료 과정에서 발생하는 예외 상황을 대처하는 프로세스를 명시적으로 표현하지 못하는 단점을 갖고 있다. 본질적으로 진료는 환자의 개인차에 의해서 많은 변동 사항을 가지므로, 예외 상황이 전체 진료 과정에 어떠한 영향을 미치는 지를 설명하지 못할 경우 임상 적용에 무리가 있다. 또한 하나의 임상실행지침만을 선택하게 함으로써, 의사가 초기에 잘못된 지침을 선택하였을 경우에는 잘못된 방향으

1) 본 논문은 2006년 보건복지부가 지원하는 한방치료기술연구개발사업(400-2005-0159)의 지원으로 이루어졌다.

로 의사지원이 이루어지므로 의료 사고로 이어질 수도 있다. 끝으로 이 의사결정시스템은 환자의 상태에 따라 어떠한 처치(action)를 하는 것이 바람직하다는 기술만 할 뿐 병원 내 정보 시스템과는 별도로 동작한다.

따라서 본 연구에서는 프로세스 템플릿을 기반으로 환자의 실시간 데이터에 근거해 이후의 프로세스를 동적으로 추론·생성하고, 이를 환자의 전체 진료 프로세스에 반영해 나가는 시스템을 제시하고자 한다.

논문의 구성은 2장에서 관련 연구인 GEM (Guideline Elements Model)과 의료 지식 온톨로지와 XPDL을 간략히 소개하고, 3장에서는 시스템의 전체적인 모습을 설명한다. 그리고 4장에서 환자의 진료 프로세스가 어떻게 생성·구성되는지를 보여주고, 마지막으로 5장에서는 결론과 추후 연구 방향에 대해 다루고자 한다.

2. Related works

2.1. GEM (Guideline Element Model)

GEM은 임상실행지침에 있는 정보를 저장하고, 구성하기 위해 만들어진 XML 기반의 문서 모델이다 [1]. 이는 자연 언어로 되어 있는 임상실행지침 문서를 해석하여 컴퓨터가 사용할 수 있는 형태로 변환하기 위해 만들어졌다.

GEM의 컴포넌트들은 XML의 엘리먼트로 정의된다. GEM 내에는 메타 레벨의 태그가 있고, 여기에는 지침의 메타 정보를 저장한다. GEM의 GEM에서 정의하는 상위 레벨의 컨셉에는 'Identity', 'Developer', 'Purpose', 'Inteded Audience', 'Method of Development', 'Target Population', 'Knowledge Components', 'Testing', 'Revision Plan' 이 있다.

이들 상위 레벨 중 의료 지식을 담고 있는

'Knowledge Components'의 계층 구조는 <그림 1>과 같다 [3]. 'Recommendation'은 임상에서 환자를 직접 대할 때 발생하는 데이터들에 의해 영향을 받는 부분으로서, 반드시 수행되어야 하는 진술과 조건부 진술로 나뉘어 진다. 그리고 'Definition'은 임상실행 지침에 들어가는 용어들에 대한 정의를 하는 곳으로서, 특정 병원에서만 쓰이는 새로운 용어를 저장할 수 있다. 'Algorithm' 엘리먼트는 플로우 다이어그램을 그리기 위한 내용을 담고 있다. 임상실행 단계 정보를 표현하기 위하여 네 개의 단계를 정의하였고, 이를 바탕으로 플로우 다이어그램을 생성한다.

GEM은 이러한 요소들을 통해 임상실행지침을 컴퓨터가 처리할 수 있게 하면서, 표현력과 유연성, 상호운영성, 재사용성을 보장한다.

본 논문에서는 GEM을 따르는 임상실행지침을 사용한다.

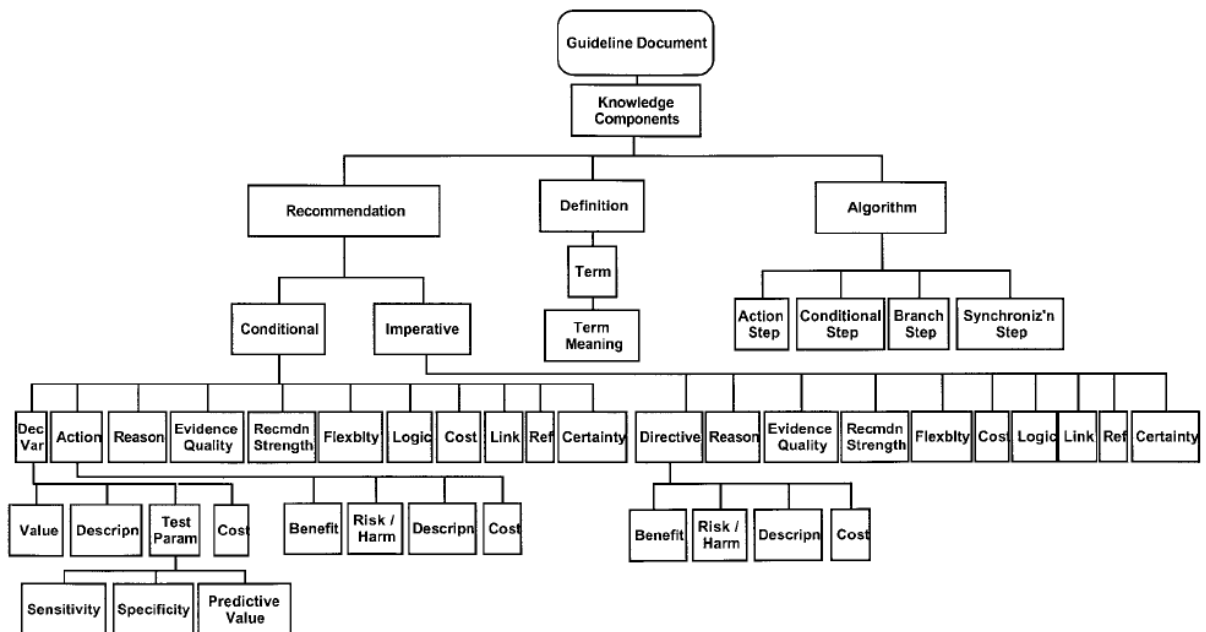
2.2. Medical ontology

의료 지식 온톨로지는 복잡 방대한 의료 지식을 보다 체계적으로 사용할 수 있는 기반을 마련해준다. 현재 임상 현장에서 의사나 간호사와 같은 의료서비스 제공자들이 온톨로지 형태로 표현된 의료 개념들과 의미적으로 연결된 임상지침과 의무기록 자료를 통하여 의사결정에 도움을 줄 수 있다.

대표적인 의학 용어 시스템에는 ICD (International Classification of Diseases), GALEN (Generalized Architecture of Encyclopedia and Nomenclature), UMLS (Unified Medical Language System), SNOMED (Systemized Nomenclature of Medicine), MED (Medical Entity Dictionary) 등이 있다.

2.3. XPDL

XPDL[5]은 WfMC에서 발표한 워크플로우 참조



<그림 1> GEM의 'Knowledge Components'의 세부 모델

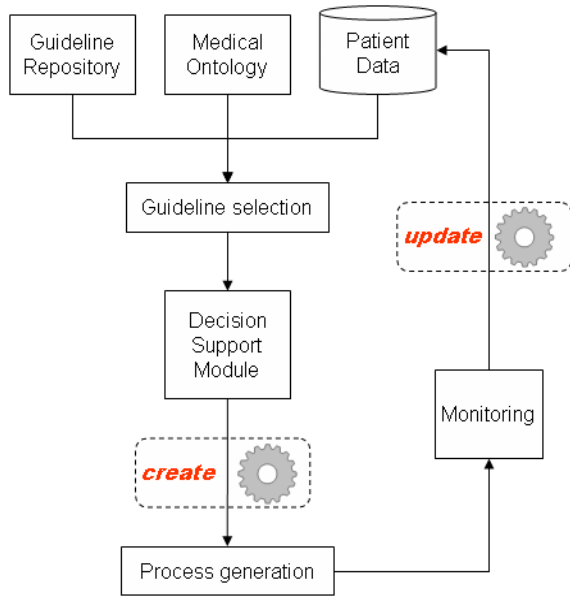
모델을 구성하는 다섯 가지 인터페이스 중 프로세스 정의도구간 상호교환성인 인터페이스 1에 해당하는 프로세스 정의 모델을 XML로 표현한 것으로, 현재XPDL2의 1.14 버전이 2005년 10월에 발표되었다.

XPDL은 프로세스 정의 도구간에 상호 교환 가능한 프로세스 메타 모델의 제공이 가장 큰 목적으로, 비즈니스 프로세스에서 사용되는 액티비티, 트랜지션, 참여자, 자원 등의 요소들을 포괄적 개념으로 지원하고 있으며, BPEL4WS와 같은 웹 서비스 프로세스 정의 언어와 달리 인간 업무와 웹 서비스로 자동화된 업무를 함께 사용하여 프로세스를 정의할 수 있어 본 연구에서 다루는 의료 프로세스와 같이 특수 분야의 프로세스 표현을 수정 없이 지원할 수 있다.

XPDL은 2002년 10월 v1.0의 발표 이후 별다른 변화가 없었으나, 프로세스 정의 노테이션 표준인 BPMN의 발표 이후 BPMN과의 상호 변환 가능성을 추가하여 2.0이 발표되었다. 다른 방면으로는 런타임 데이터를 프로세스 정의에 반영할 수 있도록 하는 XPDL 확장에 대한 연구가 이루어지고 있으나, 온톨로지의 적극적 활용에 대한 지원은 아직 충분하지 못한 상태이다.

3. System architecture

임상실행지침, 의료 온톨로지, 진료 자료에 근거하여 이후 프로세스를 생성하는 과정은 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 의사결정모듈에 의한 동적 프로세스 생성 과정

3.1. Guideline repository

Guideline repository는 GEM을 따르는 임상실행지침들을 모아놓은 저장소이다. 각 지침들은 GEM에 의거하여 제목, 작성자, 사용 목적 등과 같은 메타 정보를 가지고 있고, 이를 통해 식별된다.

3.2. Guideline selection

Guideline repository에 저장되어 있는 임상실행지침을 선택하는 단계이다. 이 단계에서 사용자는 여러 개의 질병군 즉 복수의 지침을 선택할 수 있다. 만약 의사가 초기에 잘못된 지침을 선택하였을 경우, 잘못된 방향으로 의사지원이 이루어져 의료 사고가 발생할 수 있다. 따라서 복수의 지침을 초기에 선택하고, 프로세스를 진행시에 선택된 지침의 수를 하나로 줄여 나가는 절차가 필요하다. 또한 선택된 임상실행지침들에 대한 우선 순위를 사용자가 부여함으로써, 의사지원모듈이 환자의 이후 진료 프로세스를 구성하는 과정에서 액티비티의 순서를 조정할 수 있게 한다.

임상실행지침이 선택되면, 해당 임상실행지침에 있는 'Knowledge components' 엘리먼트에 있는 의료 지식 온톨로지를 호출한다. 임상실행지침에 의료 지식과 환자의 증상 경우를 모두 기록할 수 없으므로, 관련 의료 지식 온톨로지를 호출하여 환자에게 발생할 수 있는 특이 사항이나 변동 사항을 보다 유연하게 대처할 수 있다. 예를 들어 환자에게 약물 치료를 하는 과정에서 동시에 병행 투입이 금지된 약물을 선택할 경우 큰 의료 사고가 발생할 수 있다. 따라서 일반적인 의료 지식 온톨로지를 임상실행지침 선택 시 호출하는 작업은 보다 환자의 프로세스를 보다 구체적으로 표현하는 동시에 시스템의 신뢰도를 높인다.

진료 데이터는 환자로부터 발생하는 모든 데이터를 의미한다. 처음 병원을 방문했을 때 기입하는 기본적인 인적사항에서부터 시작하여 병력, 검사 데이터, 진단 데이터 등을 모두 포함한다. 환자에 대한 과거 데이터와 현재 데이터를 종합적으로 반영하는 것은 임상실행지침의 의사결정변수에 보다 정확한 데이터를 제공하는 것이므로 시스템의 신뢰도를 높이는 데 기여하게 된다.

3.3. Decision support module

의사지원모듈은 다음의 순서로 임상실행지침을 해석하고, 이후 프로세스를 생성한다.

- decision variable extraction
- patient data loading
- insertion point detecting
- integrating guideline flow
- process constraining
- process generation

먼저 의사지원모듈은 사용자에 의해 선택된 임상실행지침의 'Knowledge components' 엘리먼트에서 decision variable을 각각 추출한다. 이는 해당 질환으로 의심되는 환자를 살피는데 중요한 요소로서 판단의 기준이 되는 변수들이다.

다음으로 현재 환자의 진료 데이터를 레가시 시스템으로부터 가져와서 각 지침의 decision variable에 값을 할당한다.

Decision variable에 진료 데이터가 할당이 되면, 현재 환자가 지침 상의 어느 단계에 있는지를 확인하고, 각 지침에서 채우지 못한 decision variable을 채우기 위한 프로세스를 생성할 준비를 한다.

의사지원모듈은 각 지침에서 요구하는 decision variable에서 공통되는 부분을 먼저 찾아내고, 이들을 채울 수 있는 액티비티들을 진료 프로세스의 앞쪽에 배치한다. 이 때 지침에 정의된 순서 로직도

프로세스에 반영한다.

다음 단계에서는 생성된 프로세스의 내용이 의료 지식 운틀로지에 위반되지 않는지 확인하는 작업을 거치고, 프로세스가 올바르게 작성이 된 경우에 XPDL로 프로세스를 기술하게 된다.

4. Dynamic process generation

본 논문에서 모델링한 임상의료지침은 천식과 급성좌심실부전이다. 두 질환은 모두 비슷한 양상을 나타내지만 하나는 기관지에 이상이 있는 질환이고, 다른 하나는 심장에 이상이 있는 질환이다. 고혈압인 환자가 이 두 질환이 의심되는 상황에서 병원에 찾아왔다는 가정 하에 의사지원모듈이 적절한 진단 프로세스를 만들어 가는 과정을 제시하겠다. 이 환자는 고혈압이라는 과거 병력을 갖고 있고, 의사는 급성좌심실부전일 가능성이 더 높다는 판단 아래 급성좌심실부전 의료실행지침에 우선 순위를 부여하였다. 실제 이 환자가 앓고 있는 질환이 천식일 때, 질환 진단 프로세스는 다음과 같은 과정으로 생성된다.

4.1. Decision variable extraction

의사지원모듈은 천식과 급성좌심실부전의 decision variable 중에서 같은 검사 기기를 통해 얻을 수 있는 공통부분을 추출하여 리스트를 정리한다. GEM의 모델의 'Knowledge components' 엘리먼트에서 뽑은 변수들을 정리한 내용은 다음 표와 같다.

<표 1> 심부전과 천식 GEM으로부터 추출된 변수

공통 변수	Pulse rate BP Peak expiratory flow measurement Spirometric measurement Central cyanosis Dyspnoea Cough Wheeze Tightness
심부전	Crackle Gallop rhythm
천식	FEV Respiration rate

4.2. Insertion point detecting

의사지원모듈이 변수를 추출하고 나면, 추출된 변수에 해당하는 값들을 환자의 진료 데이터베이스로부터 불러온다. 이 때 변수에 해당하는 값들이 채워지면, 해당하는 변수와 관련된 지침 로직으로부터 관련성을 조사한다.

만약 환자의 변수값들이 지침 상에 있는 로직 정보와 얼마나 일치하는지를 조사하기 위해 관련도라는 변수를 둔다. 변수의 값이 일치할 경우에는 +1의 값을 더하고 일치하지 않을 경우에는 -1의 값을 더한다.

관련도 값이 구해지면, 이 관련도라는 변수의 값이 커질 수 있는 방향, 즉 값이 채워지지 않은 변수들의 값을 얻어나가는 방향으로 이후의 진단 프로세스를 구성해 나간다. 이 때 프로세스의 단계 별로 관련도를 정의해 나감으로써 질환 진단이 더 정확하게 이루어지고 있는 지를 파악할 수 있다. 프로세스 단계 상에서 추출된 변수들의 관련도를 구하는 알고리즘은 다음과 같다.

```

i : 질환 id
j : 현재 step number
VI(na, va) : 변수 인스턴스
VLI : 지침에 정의된 질환 i에 대한 변수 리스트
VL' : 현재 측정된 변수 리스트
DEC(disease, na, cond) : 질환에 대한 변수의 값이 일치하는 조건
ELI : 지침에 정의된 질환 i에 대한 변수의 값이 일치하는 조건 리스트

FOR EACH element VI(na, va) of VLI
  IF matching VI' exists THEN
    find DEC(i, na, cond) from ELI
    IF cond(va, VI'.va) is TRUE THEN
      count ++
    END IF
    IF cond(va, VI'.va) is FALSE THEN
      count --
    END IF
  END IF
NEXT
RANK(i, j) := count / count(VLI)
    
```

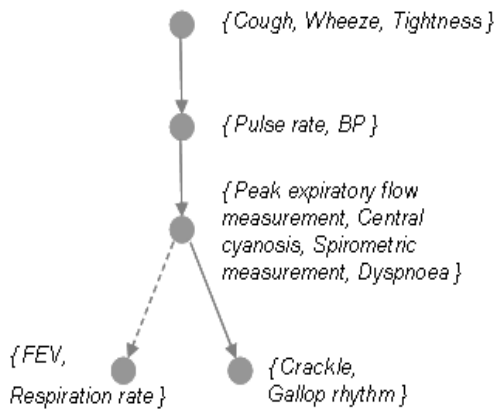
<그림 3> 프로세스 단계 상에서 추출된 변수들의 관련도를 구하는 알고리즘

4.3. Integrating guideline flow

채워나가야 할 변수를 찾아낸 후, 의사지원모듈은 이들 변수의 값을 넣을 수 있는 서비스를 검색한다. GEM에는 decision variable에 따른 필요 서비스에 대한 내용을 기입할 수 있고, 이 정보를 호출하여 다음 프로세스에서 제공될 서비스를 할당한다.

GEM에 기술되어 있는 로직에 맞춰 검사 순서에 대한 내용을 참조하고, 이에 대한 명시적인 내용이 없을 때는 임의로 검사 순서를 배치한다.

환자의 예에서 일반적으로 병원에서 제공되는 서비스에 근거해 변수들이 채워질 순서는 <그림 4>와 같이 결정된다.



<그림 4> 진단 프로세스 구성

분기하는 부분은 지침 상의 변화가 나타나는 부분을 뜻하며, 실선으로 표시된 부분은 의사가 우선순위를 부여한 급성 좌심실부전 지침이고, 점선은 천식 지침이다.

4.4. Process constraining

할당된 프로세스에 구체적으로 들어가야할 제약 조건에 대한 내용을 기술한다. 환자의 이전 병력, 체질 등에 대한 정보를 호출하고, 이를 의료 지식 온톨로지에 의거하여 구체적으로 제약을 한다. 이는 이전 연구에서 충분히 반영되지 못했던 것으로, 환자의 차이를 고려한 맞춤형된 프로세스를 제공할 수 있게 한다.

4.5. Process generation

이 예제에서 구성한 프로세스를 XPDL로 정의한다. 생성된 XPDL 예제는 부록에 첨부한다.

4.6. Monitoring

프로세스 단계별로 구해지는 관련도 값을 기준으로 현재의 진단 과정이 옳게 이루어지고 있는지를 판단한다. Decision variable들을 채워나가는 방향으로 검사가 이루어졌지만, 일치하지 않는 변수의 수가 증가할 경우에는 관련도의 값이 작아지게 된다. 가정환 환자의 경우에는 실제로 천식을 앓고 있기에 습한 악설음(Crackle), 분마 성음동(Gallop rhythm)의 증상이 나타나지 않는다. 따라서 프로세스 단계의 관련도 값이 낮아지고 있다는 것을 의사지원모듈이 알게 되고, 의사지원모듈은 현재 좌심실부전 지침을 중심으로 생성된 프로세스를 종료하고, 문진 프로세스를 다시 구성해야 함을 의사에게 알린다.

또한 의사는 심부전과 천식의 공통 변수에 대한 관련도 값을 구할 수 있으므로, 이후의 천식 프로세스를 구성할 때 중복되는 서비스를 배제할 수 있으며, 초기 오진으로 발생하는 서비스 비용을 줄일 수 있다.

5. Conclusion

지금까지 GEM, 의료 지식 온톨로지와 환자의 진료 데이터를 이용하여 의사지원모듈이 진단 프로세스를 생성하는 과정을 보여주었다.

의료 지식 온톨로지를 임상실행지침에 반영함

으로써, 환자의 특성에 맞춘 진단 프로세스를 설계할 수 있다. 또한 초기에 의사의 판단 아래 여러 개의 임상실행지침을 선택함으로써 의심되는 질병에 대한 효율적인 문진 프로세스 구성할 수 있는 장점을 가지고 있다. 끝으로 업데이트되는 환자 진료 정보에 의거해서 보다 정확한 진료 서비스 합과 동시에 XPDL을 통한 프로세스 정의로 병원 운영시스템과의 상호운용(interoperability)이 가능성을 보여준다.

차후에 진행될 연구 과제로는 첫째로 GEM 모델이 처리할 수 없는 부분의 개선이 있다. 현재 GEM에는 decision variable을 정의하고 있지만 이 변수들의 중요도에 대한 고려를 하지 못하고 있다. 이는 진단 과정에서 중요한 변수가 달라질 수 있기 때문인데, 프로세스를 생성하는 과정에서 이에 대한 부분을 처리할 수 있을 것이라 생각된다. 이외에도 병원 운영시스템과 현재 제안한 의사지원모듈을 연결시키는 작업, 같은 GEM을 사용하는 병원 간 프로세스를 공유할 때, 상호운용 방안 등에 대한 연구가 있을 계획이다.

6. Acknowledgement

본 논문은 2006년 보건복지부가 지원하는 한방 치료기술연구개발사업(400-2005-0159)의 지원으로 이루어졌다.

참고문헌

1. Peter Gershkovich, Richard N. Shiffman, An implementation framework for GEM-encoded guidelines, *Proc/AMIA Annual Symposium 2001*. Washington DC: Hanley and Belfus, 2001, pp204-208.
2. Samson W. Tu et al, Modeling Guidelines for Integration into Clinical workflow, *MEDINFO 2004*, 2004, pp174-178.
3. Richard N. Shiffman, George Michael, Elizabeth Thornquist, Bridging the Guideline Implementation Gap: A Systematic, Document-Centered Approach to Guideline Implementation, *Journal of the American medical informatics association*, 11 (5), 418-426, 2004.
4. Yale Center for Medical Informatics, GEM: Guideline Elements Model, <http://gem.med.yale.edu/default.htm>
5. XPDL, "Workflow Process Definition Interface - XML Process Definition Language", Document Number WfMC-TC-1025 Version 2.0, Workflow Management Coalition. (2005), http://www.wfmc.org/standards/docs/TC-1025_xpdl_2_20_05-10-03.pdf
6. Shiffman RN, Michel G, Essaihi A, Marcy TW. Using a guideline-centered approach for the design of a clinical decision support system to promote smoking cessation. In: Kaiser K, Miksch S, Tu S, eds. *Proceedings of the Symposium on Computerized Guidelines and Protocols (CGP 2004)*. Washington, DC, IOS Press, 152-156.
7. T. Knappe, L. Hederman, V.P. Wade, M. Gargam, C. Harris, Y. Rahman, A UML Approach to Process Modelling of Clinical Practice Guidelines for Enactment, *MIE*, 2003, IOS Press, 2003

8. Ian Morrison, Byrn Lewis, Sony Nugrahanto, Modelling in Clinical Practice with Web Services and BPEL, *International Journal of E-Business Research*, Vol 2, 2006, pp45-57
9. Martin Eccles for the North of England Evidence Based Guideline Development Project. Primary care management of asthma in adults: evidence based clinical practice guideline, *British Medical Journal*, 2001, 323, 1380-1381

APPENDIX

```

<?xml version="1.0"?>
<Package xmlns="http://www.wfmc.org/2002/XPDL1.0"
xmlns:xpdl="http://www.wfmc.org/2002/XPDL1.0"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:xyz="http://www.sampleDiagProcess.net/sampleDiagProcess"
xsi:schemaLocation="http://www.wfmc.org/2002/XPDL1.0
http://wfmc.org/standards/docs/TC-1025_schema_10_xpdl.xsd" Id="0" Name="Guideline Flow Example">
Header, Type Declaration, ...

<WorkflowProcesses>
  <WorkflowProcess Id="1" Name="SampleGuideline">
    Declaration of Formal Parameters, Applications and Participants...

    <Activities>
      <Activity Id="1" Name="medicalInterview">
        <Implementation>
          <No/>
        </Implementation>
        <Performer>Dr.Park</Performer>
      </Activity>
      <Activity Id="2" Name="clinicalSigns">
        <Implementation>
          <Tool Id="PulseRateCheck" Type="Application">
            <ActualParameters>
              <ActualParameter>pulseRate</ActualParameter>
            </ActualParameters>
          </Tool>
        </Implementation>
        <Performer>BPDept</Performer>
      </Activity>
      <Activity Id="3" Name="breathingExercise">
        <Implementation>
          <Tool Id="SpirometricMeasure" Type="Application">
            <ActualParameters/>
          </Tool>
        </Implementation>
        <Performer>SMDept</Performer>
      </Activity>
      <Activity Id="4">
        <Route/>
        <TransitionRestrictions>
          <TransitionRestriction>
            <Split Type="XOR">
          </TransitionRestriction>
        </TransitionRestrictions>
      </Activity>
      <Activity Id="5" Name="respirationExperiment">
        <Implementation>
          <Tool Id="FEV" Type="Application">
            <ActualParameters/>
          </Tool>
        </Implementation>
        <Performer>Dr.Park</Performer>
      </Activity>
      <Activity Id="6" Name="cardiacExperiment">
        <Implementation>
          <Tool Id="GallopRythm" Type="Application">

```

```

                <ActualParameters/>
            </Tool>
        </Implementation>
    </Activity>
</Activities>
<Transitions>
    <Transition Id="1" From="1" To="2"/>
    <Transition Id="2" From="2" To="3"/>
    <Transition Id="3" From="3" To="4"/>
    <Transition Id="4" From="4" To="5">
        <Condition>ExpectedDiseaseType="cardiacInsufficiency"</Condition>
    </Transition>
    <Transition Id="5" From="4" To="6"/>
</Transitions>
</WorkflowProcess>
</WorkflowProcesses>

```