

유비쿼터스 헬스케어 서비스를 위한 태스크 중심의 임상 프로토콜 개발 방법론

A Clinical Protocol Development Methodology for Ubiquitous Healthcare Service

황경순* · 김원재** · 이찬희*** · 이건명**

Kyoung-Soon Hwang, Wun-Jea Kim, Chan Hee Lee and Keon-Myung Lee

*충북대학교 전자정보대학 컴퓨터공학전공

**충북대학교 의과대학

***충북대학교 미생물학과

요 약

유비쿼터스 서비스 인프라의 확충에 따라 헬스케어 분야가 중요한 서비스 영역으로 주목받고 있다. 유비쿼터스 헬스케어는 서비스의 실현에 있어서 의료종사자뿐만 아니라 환자 및 환자보호자의 역할이 요구되고, 또한 정보 인프라에서의 지원도 필수적이다. 의료서비스의 정형화 및 품질보증을 위해서 의료분야에서는 임상 프로토콜을 정의하고 이를 임상에 적용하고 있다. 유비쿼터스 환경에서의 의료 서비스 품질을 보충하기 위해서는 마찬가지로 임상 프로토콜을 활용하는 것이 필요하다. 유비쿼터스 헬스케어 서비스에는 의료종사자 뿐만아니라 환자 및 환자보호자, 정보 시스템이 각자의 고유 역할을 하는 것이 요구된다. 이러한 유비쿼터스 헬스케어 서비스에서의 요구사항을 만족하면서 임상프로토콜을 효과적으로 개발할 수 있도록 하는 유비쿼터스 헬스케어 임상 프로토콜을 개발하는 방법을 소개한다. 제안된 방법은 헬스케어 참여자별 태스크들을 명확히 식별하도록 하면서, 태스크간의 관계를 명확히 하도록 하여 가시화가 가능하도록 한다. 개발된 방법론은 유비쿼터스 환경에서 과민성방광 환자관리를 위한 임상 프로토콜을 개발하는데 적용하여 적용가능성을 확인했다.

키워드 : 유비쿼터스 헬스케어, 임상 프로토콜모델링, 의료서비스

Abstract

With the advances in ubiquitous service infrastructure, healthcare services have drawn attention as one of promising application domains. In ubiquitous healthcare services, patients or care-givers as well as medical personnel are asked to play their roles and, in addition, the information system is supposed to have active roles. In medicine, clinical protocols have been developed and put into practice in order to reduce treatment variances and assure the service quality. In the same token, clinical protocols on ubiquitous service practices are need to be developed which takes into account both the clinical details and the ubiquitous service functionality. This paper introduces a clinical protocol modeling methodology which pays attention to participants and their tasks including contextual information. The proposed method has been successfully applied to a real application domain, OAB(overactive bladder) syndrome patient care to see how it builds a clinical protocol.

Key Words : ubiquitous healthcare, clinical protocol modeling, medical service

1. 서 론

최근 우리나라는 고령화와 서구화된 식습관으로 인해 노인성질환과 만성질환을 앓고 있는 환자가 급속히 증가하고 있다. 이와 같은 노인질환과 만성질환은 지속적으로 의사와

의 면담을 통한 관찰을 필요로 한다. 따라서 환자는 주기적으로 병원을 방문해서 진료를 받아야 하므로 환자뿐만 아니라 때로는 환자 보호자까지 시간과 경제적인 부담이 따른다. 노인성질환이나 만성질환자들의 이러한 문제를 해결하기 위하여 정부 및 관련기관에서는 의료서비스에 대한 패러다임을 질병에 대한 진단이나 치료가 아닌 예방과 관리로의 변환을 시도하고 있다.[1] 이와 더불어 유비쿼터스 컴퓨팅 기술의 급속한 발전으로 정보통신과 보건 의료가 접목된 유비쿼터스 헬스케어 서비스가 가능하게 되었다. 유비쿼터스 헬스케어 서비스는 환자의 건강 관련 데이터를 시간과 공간의 제약 없이 네트워크 환경의 센서나 단말기를 통해 수집, 처리하고, 환자를 진단, 관리할 수 있도록 하는 것이

접수일자 : 2009년 11월 24일

완료일자 : 2009년 12월 20일

+ : 교신저자

감사의 글 : 이 논문은 2009년 교육과학기술부로부터 지원을 받아 수행된 연구임(지역거점연구단육성사업 / 충북 BIT 연구중심대학)

다.[1,8,9,10] 이러한 유비쿼터스 헬스케어 서비스 환경에서는 의료진, 환자 및 환자보호자, 그리고 정보시스템 간의 상호작용을 통해서 환자에 대한 의료서비스가 이루어진다.[8,9,10] 임상현장에서의 의사결정 및 진단치료 절차를 규정하는 것을 임상 프로토콜(clinical protocol)이라 한다. 유비쿼터스 헬스케어 서비스 환경에서 참여자별 역할이 있기 때문에, 모든 참여자를 고려한 임상 프로토콜을 개발하는 것이 필요하다. 임상 프로토콜에는 의료적 전문지식이 반영되어야 하는데, 유비쿼터스 헬스케어인 경우에는 정보시스템에 대한 지식이 고려되어야 하기 때문에 전문의료인과 정보기술전문가가 함께 환자관리 프로토콜을 개발해야 한다. 임상 프로토콜 개발 자체가 창조적인 작업인데다가, 전혀 다른 분야의 전문가들이 공동으로 작업해야 하는 것이기 때문에 결과의 품질 제고와 정형화를 위한 개발 방법론의 제공이 필요하다.

이 논문에서는 유비쿼터스 헬스케어 서비스의 제공을 위한 임상 프로토콜 개발 방법론을 제안한다. 제안한 방법론은 프로토콜을 구성하는 작업의 식별 및 식별된 구성작업의 정규화를 위한 태스크 기반의 프로토콜 표현 방법과 임상 프로토콜 개발 과정, 식별되어 정규화된 태스크의 시각화(visualization)을 위한 방법 및 이를 통한 개발 프로토콜의 검증과 참여자의 역할에 대한 교육에 대한 활용 방법 등으로 구성된다.

2절에서는 기존의 임상 프로토콜이나 가이드라인 지식표현에 관한 방법들을 소개하고, 3절에서는 유비쿼터스 헬스케어를 위한 임상 프로토콜 개발 방법을 제안한다. 4절에서는 제안된 개발 방법론을 지원하는 프레임워크의 구현사례와, 적용사례로서 유비쿼터스 헬스케어 기반의 과민성방광 환자 관리 임상 프로토콜 개발에 대해서 소개하고, 5절에서는 결론을 내린다.

2. 관련연구

임상 가이드라인(clinical guideline)은 임상에서의 사례별 임상 절차상의 불필요한 차이를 최소화하고 증거기반의 환자치료가 제공될 수 있도록 하기 위해 '특정 임상 환경에서의 적절한 헬스케어를 위해 체계화한 임상관련자의 의사결정을 위한 기술문장'(IOM, 1990)으로 정의되며, 임상 프로토콜(clinical protocol)은 '가이드라인을 적용 현장에 맞춰 구체적으로 작성'한 것이다.[8] 컴퓨터 기반의 프로토콜 개발 및 관리 시스템에 대한 여러 연구가 수행되어 왔다.[2-7] 대표적인 것으로는 Asbru[2], PRODIGY[4], GLIF[5], GUIDE[6], SAGE[7] 등이 있다.

Asbru[2]는 의료행위나 의사결정을 계층적으로 나누어 골격계획(skeletal plan)으로 표현한다. 이 골격계획은 시간에 따라 행위, 조건 및 의도로 표현되며, 시간에 관한 정보는 범위나 참조로 이루어진 주석으로 표현된다. 태스크는 기반 지식으로부터 추상화한 후 태스크들의 전후관계에 따라 정의된다.[2]

PRODIGY[4]는 만성질환 관리를 위한 임상 가이드라인 모델로서 시나리오 기반의 접근방법을 사용한다. 임상적 전후관계의 집합으로 구성되어, 각 임상적 전후관계와 관련된 임상적 행위들의 선택으로 이루어진다. 이러한 형식을 의사결정 맵이라고 한다. PRODIGY-3 모델은 소견서, 처방전, 스케줄링, 의약 처방전 등과 같은 구체적인 의료행위들을 모델링한다.

GLIF[5]는 여러 기관과 기기종의 시스템 간의 임상 가이드라인을 공유하기 위하여 만들어진 모델이다. 이 모델은 표준화와 통합에 중점을 두었다. GLIF내의 명세화된 임상 가이드라인의 논리와 절차는 컴퓨터가 해석할 수 있도록 한다. 이 모델의 지식표현은 Arden syntax을 기반으로 하고 있으며, GLIF-3에서 임상 시스템 환경과 통합되어 전자 의무 기록 (EMR) 시스템과 연결될 수 있도록 설계되었다.

GUIDE[6]는 컴포넌트 기반의 프로그래밍과 관점(concerns) 분리의 두 가지 방법 채택하여 체계적인 업무흐름에서 따라 가이드라인을 모델링하고 실행하는 방법이다. GUIDE는 업무의 역할에 따라 가이드라인을 나누어 작성한다. 즉, 의료전문가, 조직전문가, 그리고 형식화 전문가로 역할을 나누어 의학지식을 표현한다. 의료전문가는 의학 지식 표현을 다루는 가이드라인 관리 시스템을, 조직 전문가는 기관의 지식을 표현하는 워크플로우 관리 시스템을 그리고 형식화 전문가는 데이터를 다루는 전자 건강 기록을 관리한다. 또한 GUIDE는 플로차트와 같은 형식으로 임상 가이드라인을 형식화하고 저장하여, 여러 사용자가 가이드라인 인스턴스를 실행할 수 있도록 함으로써 각각의 의사들에게 가이드라인 기반의 의사결정 지원을 하는 시스템적인 특성이 있다.

SAGE[7]는 이질적인 임상 정보 시스템 간의 표준을 기반으로 임상 가이드라인의 실행을 가능하게 하는 인프라구조를 생성하는 것이 목적으로 한다. 이 모델은 가이드라인의 형식화를 위하여 전개-도출 방법론을 사용한다. 이 방법은 업무흐름에 따라 임상 가이드라인 기반의 진료 시나리오를 적용하여 표현한다. 이 방법의 의사결정 지원 방법은 주어진 시나리오에 따라 행위들의 구체화하는 행위그래프로 표현된다.

기존 모델들은 환자의 질병치료를 위해 의사가 수행할 절차 및 의사결정지침을 기술하는 것을 목적으로 한다. 유비쿼터스 환경에서는 의사만이 환자의 진단·관리에 참여하는 것이 아니라 환자 및 환자 보호자, 정보시스템이 환자의 진단·관리에 참여한다. 따라서 유비쿼터스 환경에서는 환자, 환자보호자, 정보시스템 및 의사가 어떤 태스크를 어떤 시점에 어떤 절차로 수행할지 기술한 환자관리 프로토콜이 필요하다. 이 논문에서는 유비쿼터스 헬스케어에 관여하는 모든 참여자의 역할 및 태스크를 명확히 기술할 수 있도록 하는 임상 프로토콜 개발 방법론을 제안한다.

3. 임상 프로토콜 개발 방법

유비쿼터스 헬스케어를 위한 임상 프로토콜은 의사 관점의 프로토콜로 개발되는 것이 아니라 모든 참여자의 역할을 명세화하는 형태로 기술되는 것이 필요하다. 이 장에서는 자유롭게 작성된 초안 문서로부터 정형화되고 명확하게 작성된 임상 프로토콜을 정제해 가는 개발 절차, 임상 프로토콜의 기본 구성요소를 태스크로 식별하는 방법, 식별된 태스크를 구체화하는 방법으로 프로토콜을 기술하기 위한 TUPLE 모델, TUPLE 모델로 표현된 프로토콜을 페트리 넷으로 가시화 하는 방법에 대해서 기술한다.

3.1 유비쿼터스 헬스케어 임상 프로토콜 개발 절차

유비쿼터스 헬스케어를 위한 임상 프로토콜은 의료지식 뿐만 아니라 유비쿼터스 환경의 정보처리를 함께 고려해야 하기 때문에 의료전문가와 정보처리전문가가 공동으로 개

발해야 한다. 이러한 임상 프로토콜 개발에 참여하는 의료 전문가는 환자관리를 위한 의료 전문지식을 가지고 있어야 하고 유비쿼터스 환경 및 정보처리에 대한 기본적인 지식을 이해하고 있어야 한다. 한편, 임상 프로토콜 개발에 참여하는 정보처리전문가는 유비쿼터스 환경에서 정보서비스 시스템 개발능력이 있으면서 임상분야를 이해하는 사람이어야 한다. 의료전문가가 제공하는 기본적으로 골격의 초안 임상 프로토콜에 대해서, 정보처리전문가는 주도적으로 유비쿼터스 환경을 반영하여 참여자별 역할 및 태스크를 정형화하기 때문에, 이 논문에서는 이들 정보처리전문가를 프로토콜 엔지니어(protocol engineer)라고 부르기로 한다.

유비쿼터스 헬스케어 임상 프로토콜을 개발할 때는 의료 전문가와 정보처리기술자가 의료전문지식과 유비쿼터스 기술 및 정보처리 기술을 바탕으로 기술하여야 하기 때문에 상대방분야에 대한 이해와 문화적 차이로 인한 의사소통의 어려움을 극복하기 위한 방법론적인 지원이 필요하다. 이러한 이유로, 제안한 방법론에서 다음과 같은 절차를 통해서 프로토콜을 개발하는 것을 권장한다.

- 단계 1. 의료전문가가 대상 질환분야에 대한 전통적인 임상 프로토콜을 확보한다.
- 단계 2. 프로토콜 엔지니어가 유비쿼터스 환경의 활용 가능한 환자관리 센서 및 정보단말기 등 가용 가능한 정보 인프라 및 제약사항을 파악하고, 의료전문가와 회의나 교육을 통해 정보 인프라에 대해서도 충분히 이해하도록 한다.
- 단계 3. 의료전문가와 프로토콜 엔지니어가 함께 전통적인 임상 프로토콜을 참고하여 유비쿼터스 환경에서의 임상 프로토콜을 자유로운 문서형태로 작성한다.
- 단계 4. 프로토콜 엔지니어는 초안 프로토콜의 각 문장을 분석하여 수행할 태스크를 식별한다.
- 단계 5. 식별된 각 태스크에 대해 상세하게 태스크의 구성항목을 구체화한다.
- 단계 6. 태스크의 선후관계를 고려하여 워크플로우를 보여줄 수 있도록 프로토콜을 가시화하고, 사용자가 이해하기 편리하게 프로토콜을 문서형태로 생성한다.
- 단계 7. 의료전문가와 프로토콜 엔지니어가 작성한 임상 프로토콜을 검증한다.
- 단계 8. 검증 결과로 파악된 미비한 사항을 프로토콜에 보완한다.
- 단계 9. 최종 결과물을 정리하여 작성한다.

3.1.1 의료전문가의 전통적 임상 프로토콜 확보

유비쿼터스 헬스케어를 위한 임상 프로토콜은 기존의 의사 중심으로 이루어지던 환자 치료관리 행위를 유비쿼터스 환경을 활용하여 확장한 것이기 때문에, 기존의 전통적인 임상 프로토콜을 확장한 형태가 된다. 따라서 유비쿼터스 헬스케어 임상 프로토콜을 개발하기 위해서는 전통적인 형태의 임상 프로토콜을 확보해야 한다. 이는 임상 프로토콜 개발에 참여하는 의료전문가가 담당해야 할 업무이다.

3.1.2 유비쿼터스 서비스 환경 파악

헬스케어 서비스를 제공하는데 사용되는 유비쿼터스 환경 및 참여자에 대한 특성이 서비스 제공 형태에 영향을 주기 때문에 이에 대한 파악이 필수적이다. 이러한 인프라의 제공 기능과 환경적 제약은 프로토콜 개발에 참여하는 의료

전문가와 프로토콜 엔지니어가 공동으로 이해하는 것이 필요하다. 이 과정에서는 시스템의 제약사항, 환자측 및 의료인측의 제약사항 등을 파악해야 하는데, 아래와 같은 사항이 대표적인 것들이다.

- 환자측에서 사용 가능한 환자상태 정보 수집 센서
- 환자측에서 사용 가능한 정보단말기
- 환자측의 교육수준 및 정보인프라 접근 능력
- 의사측이 원격으로 제공할 수 있는 환자관리 수준
- 의사측의 정보인프라 접근 능력
- 정보시스템의 용량적 제약사항
- 정보시스템이 자율적으로 제공할 수 있는 정보 수준
- 병원 전자의무기록(EMR) 시스템과의 연동의 제약 사항
- 사생활정보 침해 요소 식별 및 보호 요구사항
- 수익 모델 및 과금 전략

위에서 나열한 각 요소에 대해서 개발하는 프로토콜에서 대상으로 하는 유비쿼터스 헬스케어 환경에 대한 전제하는 각 요소가 문서로 작성되어야 한다.

3.1.3 초안 임상 프로토콜 작성

유비쿼터스 서비스 환경에 대해서 의료전문가와 프로토콜 엔지니어가 충분히 이해를 한 다음에, 의사 중심으로 작성된 임상 프로토콜을 참고하여 유비쿼터스 환경에 적용할 수 있는 임상 프로토콜의 초안을 작성한다. 작성을 할 때 유비쿼터스 환경의 요소에 지나치게 자세하게 작성을 하게 되면 의료전문가와 의사소통 문제가 발생될 수 있고, 처음부터 난해해 지기 때문에 초안은 자유로운 형식으로 문서로 작성한다.

3.1.4 프로토콜 구성 태스크 식별

임상 프로토콜은 환자의 진단·치료·관리 과정에서 수행해야 하는 일련의 태스크들로 구성된다. 따라서 프로토콜을 구체화하는 첫 번째 과정은 어떤 태스크가 수행되는지 이를 명확히 식별해 내는 것이다. 제안된 방법론은 초안 임상 프로토콜의 각 문장을 분석하여 태스크를 식별하는 방법을 사용한다. 여기에서는 중문으로 작성된 문장을 단문으로 분해하고, 각 단문에서 ‘주어-목적어-서술어-부사구문’에 해당하는 요소를 식별한 다음, ‘목적어-서술어’에 대응 것을 태스크로 결정하는 방법을 사용한다.

3.1.5 태스크 구성항목 구체화

유비쿼터스 헬스케어에서는 여러 참여자가 각자의 고유의 역할을 해야 한다. 따라서 이전 단계에서 식별된 각 태스크에 대해서 해당 태스크가 누구에 의해, 언제, 어떤 조건에서, 어떤 방법으로, 왜 수행되는지에 대해서 구체적으로 파악하여 해당 항목을 명확히 한다. 이 과정에서 태스크간의 선후 관계를 명확히 지정한다. 제안된 방법론에서 어떤 사건을 효과적으로 기술하기 위해 육하(六何)원칙(5WH)이 효과적으로 사용되고 있다는 것에 착안하여, 태스크의 선후 관계에 대한 표현까지 할 수 있는 6WH 항목을 식별하는 방법으로, 태스크를 구체화하는 제안된 TUPLE모델을 사용한다. 태스크 항목에 대한 구체화는 프로토콜 엔지니어에 의해서 수행되는데, 초안 프로토콜 문서에는 이들 항목정보가 모두 있는 것이 아니고, 문서자체가 다의적이거나 중의적일 수 있기 때문에, 초안 프로토콜 작성에 참여한 의료전문가에게 애매하거나 제공되지 않는 것에 대해서 정보를 요청하여 도움을 받아야 한다.

3.1.6 워크플로우 가시화 및 문서 생성

임상 프로토콜은 일련의 태스크로 구성된 워크플로우(workflow)로 볼 수 있다. 제안된 방법론에서는 정형화된 프로토콜의 기술을 위해서 각 구성태스크를 몇 개의 필드(field)로 구성된 레코드인 TUPLE들로 기술한다. 이는 태스크에 대한 정보를 명확하고 구체적으로 기술하는 장점은 있지만, 레코드의 집합으로 나타나기 때문에 워크플로우를 가시로 파악하는 데는 제약이 따른다. 제안한 방법론은 개발된 워크플로우의 가시화를 위해 TUPLE들로 구성된 임상 프로토콜을 페트리 넷으로 자동으로 변환하는 방법을 제공한다. 이 단계에서는 페트리 넷으로 가시화된 워크플로우 뿐만 아니라, 일반인이 쉽게 읽을 수 있는 문서형태로 정제화된 프로토콜을 생성하는 일도 수행한다. 문서 생성은 전체 프로토콜 뿐만 아니라, 참여자별로도 수행할 태스크들을 기술한 문서도 작성한다.

3.1.7 프로토콜 검증

개발된 프로토콜은 개발에 참여한 의료전문가와 프로토콜 엔지니어가 공동으로 검증을 해야 한다. 이 과정에 페트리 넷으로 표현된 워크플로우를 통해서 환자 관리 시나리오를 생성하여, 시나리오가 원래 의도했던 것과 같은 것인지 아니면 개선이 필요한지 점검한다. 또한 참여자별로 수행할 역할을 확인하여 전체한 제약조건에 만족하는 타당한 것이 지 점검한다. 검증을 통해서 잘못된 사항, 미비 사항, 개선 사항을 정리한다.

3.1.8 프로토콜 보완

의료전문가와 공동으로 점검하여 지적한 사항에 대해서 프로토콜 엔지니어가 프로토콜을 보완한다. 이 과정에서 TUPLE로 표현된 태스크를 수정, 추가, 삭제 등을 하게 되고, 그 결과가 페트리 넷에 의한 가시화 결과에 반영된다. 수정된 결과는 의료전문가와 공동으로 검증하여 수정할 사항이 없으면 최종 결과로 결정한다.

3.1.9 최종 결과물 생성

최종 결정된 임상 프로토콜에 대한 결과물을 정리한다. 최종 결과물로 제공할 것은 다음과 같은 것이다.

- 전체 환경에 대한 전체 사항
- 전체 프로토콜
- 참여자별 역할 태스크 목록
- 전체 프로토콜 가시화 페트리 넷 모델

3.2 프로토콜의 태스크 식별 방법

의료전문가와 프로토콜 엔지니어가 작성하는 초안 프로토콜은 자유로운 형식의 문서로 작성이 된다. 초안 프로토콜의 서술형 문장들은 한 문장 내에 많은 내용이 함축되어 있어, 단어나 문장이 단일하지 않고 복잡적이고 다의적일 개연성이 높다. 이러한 서술형 문장들을 분석하여, 프로토콜 내에서 수행될 태스크를 식별해야 한다. 이를 위해서 제안된 방법론에서는 초안 프로토콜의 각 문장에 대해서 다음과 같은 과정을 따라 태스크를 식별한다.

- 단계 1. 중문을 단문으로 분리한다.
- 단계 2. 분리되는 단문에 대해서는 원래 문장 상에서의 의미적 순서에 따라 순서를 부여한다.
- 단계 3. 복수개의 목적어를 갖는 문장은 하나의 목적어만을 갖도록 문장을 복제하여 여러 문장으로 분리한다.

단계 4. 각 단문을 주어, 목적어, 서술어 및 기타 부사적 구절 요소로 분석한다.

단계 5. 각 단문의 목적어-서술어를 태스크로서 의미를 판정하여, 태스크인 경우에는 하나의 태스크 문장으로 간주하고, 그렇지 않은 문장은 필요하면 다른 문장에 포함시키고, 불필요한 경우 무시한다.

위의 과정을 거쳐서 단계 5에서 태스크 문장으로 선택된 것들이 프로토콜을 구성하는 태스크로서 나중에 구체화되어야 한다.

다음 예는 위의 절차에 따라 태스크를 식별하는 과정을 보인 것이다. 아래 문장은 초안 프로토콜에 있는 여러 가지 내용을 포함하고 있는 복잡한 문장이다.

표 1. 초안 프로토콜의 서술형 문장의 예
Table 1. A descriptive sentence in the draft protocol

환자는 배뇨일지, 증상설문, 삶의 질 설문을 작성하고, 작성된 배뇨일지로부터 질병을 분류(8가지)하고, 작성된 삶의 질과 증상 설문지로부터 질병의 정도를 분류(2가지)하고, 질병 분류와 질병의 정도를 기반으로 질병군을 분류(16가지)한다.

위 복잡한 문장을 단문들로 재구성하면 아래와 같다.

표 2. 단문으로 재구성된 문장들
Table 2. Restructured simple sentences

1. 환자는 배뇨일지, 증상설문, 삶의 질 설문을 작성한다.
2. 작성된 배뇨일지로부터 질병을 분류(8가지)한다.
3. 작성된 삶의 질과 증상 설문지로부터 질병의 정도를 분류(2가지)한다.
4. 질병분류와 질병의 정도를 기반으로 질병군을 분류(16가지)한다.

문장 번호는 태스크의 수행 순서를 반영한다. 위 분리된 단문들에서 1번 문장은 여러 개의 목적어를 가지는 있는 것으로, 여러 가지 일을 하는 것을 나타내기 때문에 (표 3)과 같이 분리한다.

표 3. 하나의 목적어만을 갖도록 재구성된 문장들
Table 3. Simple sentences with a single object

- 1.1 환자는 배뇨일지를 작성한다.
- 1.2 환자는 증상설문을 작성한다.
- 1.3 환자는 삶의 질 설문을 작성한다.
2. 작성된 배뇨일지로부터 질병을 분류(8가지)한다.
3. 작성된 삶의 질과 증상 설문지로부터 질병의 정도를 분류(2가지)한다.
4. 질병분류와 질병의 정도를 기반으로 질병군을 분류(16가지)한다.

위의 각 문장을 분석하여 (주어, 목적어, 서술어, 부사구문)으로 구분하여 나타낸다. (표 4)에서는 괄호안의 순서는 각각 주어, 목적어, 서술어, 부사구문이 되고, 문장에서 해당 부분이 명확하게 주어지지 않은 부분은 '?'로 나타낸다.

표 4. (주어, 목적어, 서술어, 부사구문) 형태로 표현한 문장
Table 4. Sentence description in terms of S, O, V, Adv-phrase

1.1 (환자, 배뇨일지, 작성한다, ?) 1.2 (환자, 증상설문, 작성한다, ?) 1.3 (환자, 삶의 질 설문, 작성한다, ?) 2. (? , 질병, 분류한다, {작성된 배뇨일지로부터, 8가지}) 3. (? , 질병의 정도, 분류한다, {작성된 삶의 질과 증상 설문지로부터, 2가지}) 4. (? , 질병군, 분류한다, {질병분류와 질병의 정도를 기반으로, 16가지})
--

위의 과정을 통해서 다음과 같이 5가지의 태스크가 식별되고, “?”로부터 어떤 정보가 명확히 주어지지 않았는지를 표현되게 된다.

표 5. 식별된 태스크 목록
Table 5. The list of Identified tasks

1.1 배뇨일지-작성한다 1.2 증상설문-작성한다 1.3 삶의 질 설문-작성한다 2. 질병-분류한다 3. 질병의 정도-분류한다 4. 질병군-분류한다

3.3 태스크 구체화를 위한 TUPLE 모델

유비쿼터스 헬스케어에서 참여자별로 특정 상황과 조건에서 수행해야 하는 태스크가 있다. 임상 프로토콜을 개발할 때는 태스크 식별 단계를 통해서 태스크가 식별되고 나면, 태스크 수행에 관련된 정보를 구체화하는 것이 필요하다. 어떤 사건이나 주제를 구체적으로 기술하기 위해 사용하는 방법이 육하원칙(5W1H)이다. 육하원칙에서는 대상을 기술할 때, 누가(who), 언제(when), 어디에서(when), 왜(why), 무엇을(what), 어떻게(how) 하였는지 기술한다. 태스크를 이와같은 육하원칙에 따라 기술하는 것을 고려해 볼 수 있다. 그런데 임상 프로토콜의 태스크들은 선후 순서관계를 가지고 있기 때문에 육하원칙의 5W1H만으로는 각 태스크를 충분히 기술할 수 없다. 태스크를 구체적으로 기술하기 위해서 이를 사용하려면, 이를 보완할 필요가 있다.

3.3.1 6W1H 명세

제한된 임상 프로토콜 개발 방법론에서는 장소(when)의 개념을 상태공간 상의 하나의 상태로 간주한다. 즉, 어떤 태스크는 특정 상태에서 수행될 수 있고, 해당 태스크가 완료되면 다른 상태에 도달하는 것으로 간주한다. 이와 같은 개념에서 보면 각 태스크는 시작 가능 상태(장소)와 수행완료 상태(장소)로 두 가지 상태(또는 장소)에 관련된 정보를 내포하고 있다. 따라서 태스크의 대한 장소(when) 정보를 시작 가능 상태(when-pre)와 수행완료 상태(when-post)로 분리하여 나타낸다. who는 태스크를 수행하는 주체를 나타내고, when은 시간이라는 개념 대신에 태스크가 수행되기 위해 만족되어야 하는 조건을 나타내도록 한다. what은 태스크 자체를 나타내도록 하고, why는 태스크를 수행하는 이유를 나타내도록 하고, how는 태스크를 수행하도록 하는

것을 나타내도록 해보자. 그러면 특정 태스크를 기술하는데 필요한 모든 요소를 기술할 수 있게 된다. 형식적으로 보면 하나의 W 항목이 5W1H에 비해서 추가되었기 때문에, 이 논문에서 이와 같이 표현하는 것을 6W1H에 의한 표현이라고 한다.

6W1H에 의해 태스크를 명세화할 때 각 항목에 대한 내용은 다음과 같다.

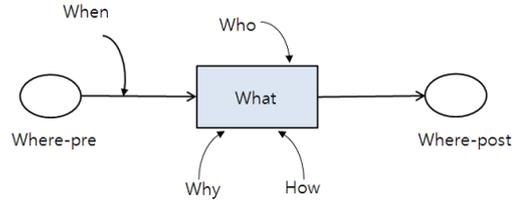


그림 1. 6W1H
Fig. 1. 6W1H

• **who** (태스크의 수행자)

유비쿼터스 헬스케어에 참여자로서 해당 태스크를 수행하는 주체. 이러한 주체는 의사 등의 의료진, 환자 또는 환자 보호자, 정보시스템 등이다.

• **where-pre** (사전상태)

해당 태스크를 수행하기 전에 임상 프로토콜이 적용되고 있는 시스템이 위치하고 있어야 하는 상태. 이 항목은 태스크를 수행하려면 어떤 상태에 있어야 하는지 명시하는 것으로, 기본적으로는 이 태스크에 곧바로 선행하는 태스크가 완료된 상태가 될 것이다. 이 사전상태는 여러 상태의 조합으로 표현될 수 있다. 예를 들어, 상태 a, b 가 있을 때, where-pre의 값으로 $a, b, \neg a, \neg b, a \vee b, a \wedge b, \neg a \wedge b, a \wedge \neg b$ 등과 같은 불리언(Boolean) 조합도 가능하다.

• **when** (선행조건)

태스크가 수행되기 위해서 사전상태에서 만족되어야 하는 임의의 조건들. 이 항목에는 융통성 있게 테스트 형태로 선행조건을 기술하면 되는데, 조건이 없을 수도 있고, 조건부 조건이 있을 수도 있고, 반복(loop)에 관련된 조건이 위치할 수 있다.

• **what** (수행할 태스크)

수행할 태스크.

• **where-post** (사후상태)

해당 태스크를 수행한 후에 시스템에 반영될 상태정보. 특정 태스크의 완료를 다른 태스크에서 확인할 수 있도록 where-post에 해당 태스크의 완료 상태를 지정한 것이다.

• **how** (방법)

해당 태스크를 수행하기 위해서 사용하는 알고리즘이나 의사결정에 관한 설명. 추가 정보로서 태스크에 따라서는 제공되기도 한다.

• **why** (목적)

해당 태스크를 수행하는 목적 또는 이유에 관한 설명. 임상 프로토콜의 각 태스크가 왜 실행되어야 하는지 설명해주는 주석역할을 하는 추가 정보이다.

3.3.2 TUPLE 모델

태스크를 정형화시켜 표현하기 위해 다음과 같이 정의된 TUPLE(Task-based Ubiquitous Healthcare Clinical Protocol Model) 모델을 사용한다.

(정의) TUPLE 모델

TUPLE 모델 t 는 다음과 같이 8개의 항목으로 구성된 순서가 있는 서열이다.

$$t = (tid, pl, s_{pre-state}, cond, task, s_{post-state}, method, purpose)$$

여기에서 각 항목은 태스크에 대해서 다음과 같은 내용을 나타낸다.

- tid : 태스크 식별자로서, 태스크를 구별하기 위해 사용
- pl : 태스크의 실행하는 수행 주체
- $s_{pre-state}$: 특정 태스크 수행 이전의 위치해 있어야 하는 상태
- $cond$: 태스크 수행되기 위해서 $s_{pre-state}$ 상태에서 만족해야 할 조건
- $task$: 실행할 태스크의 내용
- $s_{post-state}$: 태스크 수행 이후의 위치하게 될 상태
- $method$: 태스크 수행을 위해 사용하는 알고리즘, 규칙 등의 의사결정정보
- $purpose$: 태스크를 수행하는 목적이나 이유에 대한 주석

태스크 구성항목 구체화 단계에서는, 이전 단계에서 식별된 각 태스크에 대해서 하나의 태스크 TUPLE이 만들어진 것이다. (표 5)의 태스크 ‘1.1 배뇨일지-작성한다’에 대응하는 태스크 TUPLE을 프로토콜 전문가가 구체화하는 예를 살펴보자. 여기에서 태스크의 수행 주체에 대한 정보는 (표 4)로부터 ‘환자’라는 것을 확인할 수 있다. 태스크 TUPLE의 각 항목에 대응하는 값을 표현하기 위해 편의상 (표 6)과 같이 나타내보자. 표에서 음영 처리된 배경을 가지고 있는 부분은 의료전문가와 프로토콜 엔지니어가 함께 만든 초안 프로토콜에서는 명확하게 기술되지 않은 것이기 때문에, 프로토콜 엔지니어가 해당 항목의 값을 결정하거나 의료전문가에게 자문을 받아 채워야 한다.

표 6. ‘배뇨일지-작성하다’ 태스크에 대한 태스크 TUPLE
Table 6. Task TUPLE for voiding-diary filling task

tid	준비-1
pl (수행자, who)	환자
$s_{pre-state}$ (사전상태, where-pre)	로그인이 완료된 상태
$cond$ (조건, When)	최초 배뇨일지 작성이거나 일정주기의 배뇨일지 작성 날짜이면
$task$ (태스크, What)	배뇨일지를 작성한다
$s_{post-state}$ (사후상태, where-post)	배뇨일지 작성완료
$method$ (방법, how)	날짜, 시각, 배뇨량, 절박뇨 여부, 요실금 여부에 대해 배뇨일지를 작성한다
$purpose$ (목적이유, why)	배뇨 상태 및 배뇨 패턴의 분석을 통해, 질화의 정도 및 정도의 추적하기 위해

tid 는 태스크 TUPLE의 식별을 위한 식별자이므로 (표 3-6)에서는 ‘준비-1’이라는 식별자가 값을 프로토콜 엔지니어가 부여한 것이다. 만약 특정 항목에 대해서는 값을 지정

할 필요가 없으면 비워두면 된다. 표에서 음영 처리된 배경을 갖는 항목들은 프로토콜 엔지니어가 유비쿼터스 헬스케어 환경을 이해하여 의료전문가 등의 도움을 받아 채워 넣는 것이다. 이와 같이 식별된 태스크들에 대해서 태스크 TUPLE을 생성하게 되면, 프로토콜을 구성하는 모든 태스크에 관련된 정보가 명백하게 결정되어 진다.

한편, 사전상태($s_{pre-state}$), 사후상태($s_{post-state}$)는 초안 프로토콜에서 명시적으로 기술되지도 않고, 의료전문가가 이에 대한 정보를 주기도 쉽지 않다. 따라서 프로토콜 엔지니어가 각 태스크의 종료상태, 시스템의 시작 상태 등을 정의하여, 태스크의 선후관계를 고려하여 이들 사전상태와 사후상태의 값을 결정해야 한다. 이들 사전상태와 사후상태의 값을 통해서 프로토콜 가시화를 위한 페트리 넷 모델이 구성되어 진다.

3.2.3 태스크 TUPLE 기반의 임상 프로토콜 정의

임상 프로토콜을 구성의 각 태스크에 대해서 태스크 TUPLE이 생성되고, 이 태스크 TUPLE의 집합이 프로토콜을 정의하게 된다. 따라서 임상 프로토콜 CP는 정의된 태스크 TUPLE의 집합 $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ 에 의해서 표현된다.

$$CP = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$$

$$t_i : N \rightarrow TID \times PL \times S \times TS \times S \times METHOD \times PURPOSE$$

$$t_i = (tid_i, pl_i, s_{pre-state}^i, cond_i, task_i, s_{post-state}^i, method_i, purpose_i)$$

$tid_i \in TID$: 태스크 TUPLE 식별자의 집합

$pl_i \in PL = \{\text{의료진, 환자, 환자보호자, 정보시스템}\}$: 참여자

$s_{pre-state}^i, s_{post-state}^i \in S$: 모든 상태의 집합

$task_i \in TS$: 모든 태스크의 집합

$method_i \in METHOD$: 모든 처리방법의 집합

$purpose_i \in PURPOSE$: 모든 목적·이유의 집합

PL은 개발된 임상 프로토콜에서 어떤 역할을 하는 모든 참여자를 나타내는 집합으로 여기에는 대표적으로 의료진, 환자, 환자보호자, 정보시스템이 포함된다. S는 태스크 TUPLE을 생성하면서 정의된 모든 상태의 집합을 나타내는데, 프로토콜 엔지니어가 태스크 TUPLE을 생성할 때 신경써야 하는 주요 작업 중의 하나가 상태들을 일관성 있게 만들어서 사용하는 것이다. 이를 위해서 임상 프로토콜 개발 도구 프로그램을 만들어서 활용하는 것이 효과적이다. $cond_i$ 는 태스크 수행을 위한 조건으로 자유롭게 텍스트로 작성할 수 있지만, 정형화된 형태로 작성되면 정의된 프로토콜을 바로 해석해서 컴퓨터 내에서 실행 가능하도록 매핑하는 것도 가능하게 된다. $task_i, method_i$ 와 $purpose_i$ 는 텍스트로 자유롭게 기술하면 된다.

3.4 워크플로우 가시화 기법

임상 프로토콜은 환자의 진단·치료·관리를 위해 언제 어떤 순서로 어떤 일을 할 것인지를 기술해 놓은 일종의 워크플로우(workflow)로 볼 수 있다. 이러한 이유로 기존의 임상 프로토콜 개발 방법이나 개발 시스템은 그래프 형태의 가시화 기법을 이용하여 프로토콜을 개발하도록 하는 방법

을 많이 채택해 왔다. 이 논문에서 제안한 TUPLE 모델을 이용하여 태스크를 표현하는 방법은 태스크에 대한 관련정보를 명확히 식별하여 도출할 수 있도록 도와주고, 표현, 저장, 관리 등이 효과적이고 편리하지만, 임상 프로토콜의 적용에 참여하는 주체 등의 관점에서는 그래프에 의한 표현보다는 이해하기 어려울 수 있다. 따라서 제안한 방법에서는 태스크 TUPLE로 구성된 프로토콜을 그래프 모델의 하나인 페트리 넷으로 자동으로 변환하는 방법을 제공한다.

3.4.1 페트리 넷

페트리 넷은 이분 그래프(bipartite)의 하나로서, 원으로 표현된 노드는 플레이스(place)라 하고, 길쭉한 사각형으로 표현된 노드는 트랜지션(transition)이라 한다. 노드를 서로 연결하는 선을 아크(arc)라고 하는데, 아크는 트랜지션은 플레이스와 연결하고, 플레이스는 트랜지션과 만 연결하여 이분 그래프가 되도록 한다. 플레이스에는 조건, 데이터, 신호나 자원 등의 이름을 표시하고 트랜지션에는 조건을 만족하는 사건이나 수행할 수 있는 태스크 등으로 표시한다. 플레이스에는 토큰이라는 검은 원을 표시할 수 있는데, 플레이스의 조건이나 상태가 만족된 상태를 나타낸다.

특정 트랜지션 방향으로 아크가 연결된 플레이스를 진입(in-coming) 플레이스라고 하는데, 모든 진입 플레이스에 토큰이 적어도 하나 이상 존재하면, 해당 트랜지션은 실행 가능(enabled)하다고 한다. 트랜지션에서 나가는 아크를 통해 연결된 플레이스를 진출(out-going) 플레이스라고 하는데, 실행 가능한 트랜지션이 실행(fire)되게 되면, 해당 트랜지션의 진출 플레이스에는 각각 하나의 토큰이 추가된다. 이러한 페트리 넷의 특성을 이용하면, 워크플로우가 주어진 조건에 따라 어떻게 진행되는지 애니메이션 형태의 시뮬레이션을 할 수 있다.

페트리 넷 PN 은 다음과 같이 정의된다.

$$PN = (P, T, F, M_0)$$

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$: 플레이스(place)의 유한집합

$T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$: 트랜지션(transition)의 유한집합

$F: (P \rightarrow T)$ 와 $(T \rightarrow P)$ 의 합 집합의 부분집합

$M_0: P \rightarrow \{0,1,2,3,\dots\}$ 는 처음 플레이스에 놓인 토큰의 수를 표현

3.4.2 태스크 TUPLE기반 프로토콜의 페트리 넷 변환

임상 프로토콜을 구성하는 태스크 TUPLE은 페트리 넷 모델과 유사성이 있다. 태스크 TUPLE은 8가지 항목이 있기는 하지만, 기본적으로 어떤 상태에서 어떤 태스크를 수행하면 다른 어떤 상태가 된다는 정보를 포함하고 있다. 이것은 페트리 넷에서 진입 플레이스에 있는 토큰이 트랜지션의 실행을 통해 진출 플레이스로 전달되어 가는 것과 유사한 면이다. 이러한 성질을 이용하여 각 태스크 TUPLE의 태스크를 하나의 트랜지션으로 대응시키고, 사전 상태에 대해서 진입 플레이스를 대응시키고, 사후 상태에 대해서 진출 플레이스를 대응시키면, 하나의 태스크 TUPLE을 진입 플레이스-트랜지션-진출 플레이스 구성된 페트리 넷 모델로 변화하여 가시화할 수 있다.

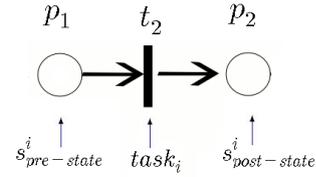


그림 2. 페트리 넷과 태스크 TUPLE 항목과의 대응관계
Fig. 2. Mapping between Petri net and TUPLE model

다음은 $TID \times PL \times S \times TS \times S \times METHOD \times PURPOSE$ 에서 정의된 임상 프로토콜 $CP = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ 을 페트리 넷 $PN = (P, T, F, M_0)$ 로 매핑할 때의 (그림 2)와 같이 대응관계를 나타낸 것이다.

1. 태스크의 집합 TS 을 트랜지션 집합 T 로 대응시키는데, 하나의 태스크에 대해서 기본적으로 하나의 트랜지션을 만든다.
2. 상태의 집합 S 을 플레이스 집합 P 로 대응시키는데, 하나의 플레이스는 단일 상태를 표현하도록 한다.
3. 태스크와 사후 상태를 참고하여 대응하는 트랜지션의 진출 플레이스를 결정하여 아크를 추가한다.
4. 태스크의 사전 상태가 단일 상태로 구성된 경우에는, 대응하는 단일 상태에 대응하는 플레이스로부터 태스크에 해당하는 트랜지션으로 아크를 추가한다.
5. 태스크의 사전 상태가 복수 개의 단일 상태로 AND로 묶인 경우($s_1 \wedge s_2$)에는, 각 단일 상태에 해당하는 플레이스로부터 태스크에 해당하는 트랜지션으로 아크를 추가한다.
6. 태스크의 사전 상태가 복수 개의 단일 상태가 OR로 묶인 경우($s_1 \vee s_2$)에는, OR가 되는 상태의 개수만큼 태스크에 대응하는 트랜지션을 복제하고, 하나의 상태에 대응하는 플레이스로부터 복제된 하나의 트랜지션로의 아크를 추가한다.
6. 태스크의 사전 상태가 부정($\neg s$)을 포함하고 있으면, 이에 대응하는 아크의 끝은 억제(inhibition) 되도록 변경한다. 페트리 넷 그래프에서는 끝이 화살표 대신 작은 원으로 표시하도록 한다.
7. 트랜지션에는 태스크 식별자인 tid 값을 표기하도록 한다. 이를 위해 tid 는 의미 있는 문자열로 지정하는 것이 바람직하다.

(그림 3)는 페트리 넷 그래프로 가시화된 임상 프로토콜의 예를 보인 것이다.

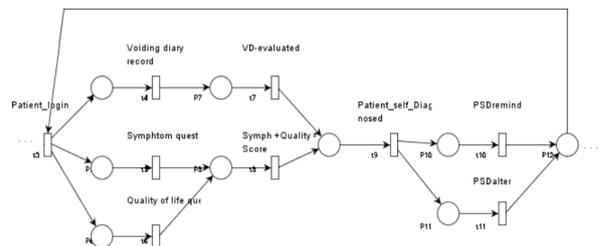


그림 3. 임상 프로토콜의 페트리 넷에 의한 가시화
Fig. 3. A Petri net visualization for a clinical protocol

4. 제안 프로토콜 개발 프레임워크 및 적용사례

4.1 유비쿼터스 헬스케어 프로토콜 개발 프레임워크

제안한 임상 프로토콜 개발 방법론을 효과적으로 적용하기 위해서는 개발 도구의 도움을 받는 것이 바람직하다. 방법론에 따른 개발 절차에서 초안 프로토콜의 작성까지는 특별한 도구를 사용하지 않고도 수행할 수 있다. 그런데 초안 프로토콜로부터 태스크를 식별하는 과정에서 복합문장을 단순 문장으로 변환한 다음, (주어, 목적어, 서술어, 부사구문) 형태로 표현하고 문장의 순서를 부여하는 부분부터 식별된 태스크의 목록을 관리하는 부분은 동적으로 수정이 되어야 하기 때문에 소프트웨어 도구를 통해서 관리할 수 있으면 편리하다.

식별된 태스크에 대한 TUPLE 모델을 이용한 태스크 구성항목 구체화 단계에서는 도구를 통한 지원이 필수적이다. 이 도구는 태스크 TUPLE을 등록, 삭제, 갱신할 수 있도록 하는 기능을 제공해야 하고, 사전 상태 및 사후 상태를 만들어야 하기 때문에, 새로운 상태를 등록할 수 있도록 하고, 태스크 TUPLE의 사전 상태와 사후 상태 항목에는 상태 식별자를 쓰도록 하는 것이 바람직하다. 상태를 등록 관리하는 모듈은 상태의 식별자에 이에 대한 주석을 함께 관리해서 태스크 TUPLE을 만들어가는 과정에서 필요한 상태를 쉽게 검색할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

태스크 TUPLE 관리 모듈은 태스크 TUPLE로 표현된 프로토콜을 문장으로 변화하여 문서화시키는 기능을 제공하는 것이 필요하다. 또한 검색기능을 제공하여 참여자별 태스크 TUPLE의 추출 및 검색결과에 해당되는 태스크 TUPLE들에 대한 문장형태의 문서화 기능을 제공하는 것이 필요하다. 한편, 제안된 방법론은 태스크 TUPLE에 의해 표현된 프로토콜을 페트리 넷으로 변화하여 가시화는 방법을 활용하도록 요구하기 때문에, 도구는 가시화 기능을 제공하는 것이 필요하다.

(그림 4)은 이러한 요구조건을 만족하기 위해 임상 프로토콜 개발 프레임워크가 제공해야 할 기능 모듈을 보인 것이다. 이와 같은 요구사항을 만족시키기 위해서 태스크 TUPLE 관리 기능, 페트리 넷 기반 가시화 기능 등을 제공하는 개발 도구의 프로토타입 시스템을 개발하고, 사례 연구에 활용하였다.

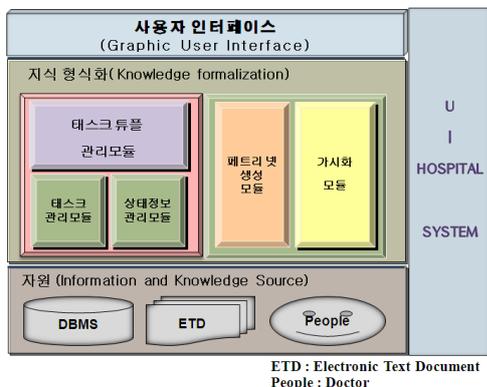


그림 4. 임상 프로토콜 개발 프레임워크
Fig. 4. A clinical protocol development framework

4.2 개발 시스템

태스크 기반의 임상 프로토콜 개발 방법론의 타당성을 입증하기 위하여 개발한 유비쿼터스 헬스케어 위한 임상 프로토콜 개발 시스템을 개발하였다. 개발 환경으로 개발언어는 자바를 사용하였고 개발 툴킷으로는 JAVA5.0 Eclipse를 활용하였다. 데이터베이스 관리 시스템(DBMS)으로는 MYSQL 5.0을 사용하였다. 어플리케이션은 두 부분으로 구성되는데, 임상 프로토콜 지식을 기술하고 이를 관리하기 위한 모듈과 형식화된 지식을 가시화하고 이를 편집하기 위한 모듈이다.

임상 프로토콜의 지식관리 모듈에서는 서술형 임상 프로토콜 문장에서 추출한 프리미티브 태스크를 관리한다. 이때 태스크 관리를 위해서는 태스크 식별자, 임상 프로토콜 코드, 태스크 명, 주석으로 구성된다. 시스템에서 제공되는 사용자 인터페이스를 사용하여 임상 프로토콜 상의 수행되어지는 태스크 TUPLE을 작성한다. 먼저 기술하고자 하는 임상 프로토콜을 선택하고 참여자 유형, 참여자의 사전상태, 수행해야 할 태스크, 참여자의 태스크 수행 후 상태인 사후상태, 조건, 방법, 그리고 목적에 대하여 입력을 한다. 이때, 사전상태는 참여자가 태스크 이전에 수행이 완료된 태스크를 태스크 리스트로부터 지정한다. 그리고 사후상태에는 현재 태스크를 수행한 후 다음에 수행될 태스크들을 태스크 리스트로부터 지정한다. 그리고 태스크가 수행되기 위한 조건을 if-then 규칙으로 표현한다. 이와 같이 기술된 태스크 TUPLE의 테이블은 식별자, 프로토콜 코드, 태스크, 수행자, 사전상태, 사후상태, 그리고 방법과 목적에 대한 주석들로 구성된다. (그림 5)는 지식관리 모듈의 사용자 인터페이스 화면이다.

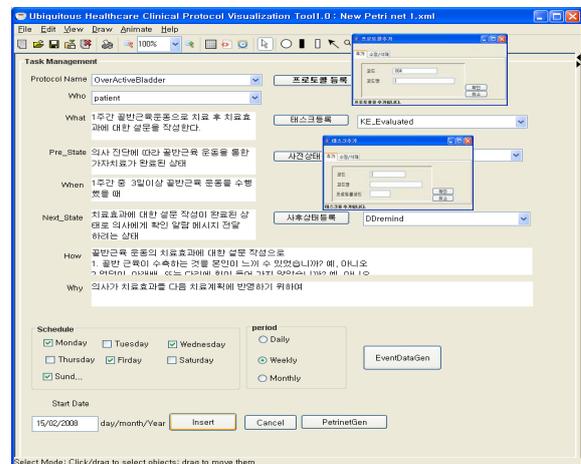


그림 5. 지식관리 모듈의 사용자인터페이스
Fig. 5. GUI for knowledge management module

제안된 TUPLE태스크를 페트리넷 모델로 변환하는 방법이 구현되었다. (그림 6)은 개발된 도구에 의해서 개발된 모델을 가시화한 예이며, 도구의 사용자 인터페이스를 통해서 가시화된 모델의 편집이 가능하다.

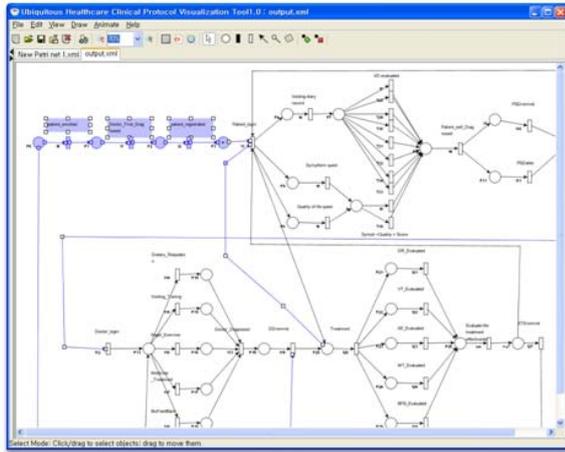


그림 6. 페트리넷 가시화 도구 화면
Fig. 6 GUI for Petri net-based visualization

4.3 적용사례

제안한 방법론이 효과적으로 실제 효과적으로 적용될 수 있는지 평가하기 위해, 기존에 이미 개발한 유비쿼터스 헬스케어 서비스에 대해서 제안된 기법을 적용하여 임상 프로토콜을 재구성하여 보았다. 적용대상은 과민성방광 환자에 대한 유비쿼터스 환경에서의 환자관리로서 이미 저자들에게 의해서 실제 서비스를 개발한 것이다.[8,10] 제안된 방법을 적용한 결과로 얻어진 프로토콜은 방법론의 부재 속에서 개발되었던 비정형화된 프로토콜 보다 명확하게 참여자의 역할을 표현할 수 있었으며, 기존에 고려되지 않았던 절차도 발견되는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통해서 개발 방법론이 유비쿼터스 헬스케어를 위한 임상 프로토콜에 효과적으로 적용될 수 있음을 확인할 수 있었다. (그림 6)은 개발된 과민성방광 환자관리 임상프로토콜을 페트리 넷으로 가시화한 것의 일부를 보인 것이다.

5. 결 론

유비쿼터스 인프라의 구축과 함께 유비쿼터스 헬스케어 서비스에 대한 기대가 커지면서 향후 이러한 서비스를 효과적으로 제공하기 위한 임상 프로토콜의 수요가 커질 것이다. 이에 따라 유비쿼터스 환경을 잘 반영할 수 있는 프로토콜 개발 방법이 필요한 상황이다. 유비쿼터스 환경이 되면서 기존 의료 형태와 가장 크게 달라지는 면은 의료진 중심의 의료행위가 의료의 제공자뿐만 아니라 의료의 수혜자, 그리고 인프라를 담당하는 정보시스템의 공동 작업에 의해서 수행되어야 한다는 것이다.

이 논문에서는 이러한 유비쿼터스 환경의 특성을 고려하여 모든 참여자의 역할을 분명하게 식별해 내고 정형화하기 위한 프로토콜 개발 방법론을 제안하였다. 기존의 조사된 임상 프로토콜 개발 방법론과는 다음 사항에서 차별화된다.

첫째, 기존의 임상 프로토콜은 유비쿼터스 환경을 상정하지 않고 개발하는 것이다. 따라서 프로토콜은 의료진이 수행할 내용을 기술하는 것은 의료전문가에 의해서 작성되는 것이 기본 전제가 된다. 반면, 이 논문에서 대상으로 하는 유비쿼터스 헬스케어를 위한 임상 프로토콜 개발 방법론은 의료전문가와 정보기술 전문가의 역할을 분명히 하고, 개발

절차상에서 각자가 어떤 일을 수행해야 하는지 제시하고 있다. 향후 새로운 질환에 대한 유비쿼터스 헬스케어 프로토콜을 개발해야 하는 개발팀에게는 제안된 개발 방법론이 개발 참조 모델로서 활용될 수 있다.

둘째, 유비쿼터스 프로토콜에서는 여러 참여자가 있기 때문에 태스크의 절차뿐만 아니라, 태스크의 수행자, 수행 방법 및 참여자를 이해시키기 위한 설명 등이 분명히 나타나도록 하는 것이 바람직하다. 제안된 방법에서는 식별된 태스크들을 6W1H 항목을 명시하도록 하는 태스크 표현 모델로 표현하도록 함으로써, 태스크를 명확히 명세하도록 한다. 기존의 프로토콜 개발 시스템에서는 이와 같은 접근 방법을 사용하지 않고 있기 때문에, 유비쿼터스 환경과 같은 상황에 대해서 참여자별로 어떤 일을 하는지 표현하는 것이 자연스럽지 못하다.

셋째, 유비쿼터스 헬스케어 임상 프로토콜 개발은 의료진문가와 정보기술전문가가 서로 상대방야를 충분히 이해하기 쉽지 않은 상황에서 공동으로 수행해야 하기 때문에 문화적·정서적·기술적·이론적 어려움이 있다. 이러한 어려움을 완화하기 위해서 제안된 개발 방법론은 전통적인 환경의 임상 프로토콜을 의료진이 유비쿼터스 환경을 배제한 채 준비를 하고 난 다음, 유비쿼터스 환경에서의 기회와 제약사항을 분석한 다음, 자유롭게 프로토콜 초안을 작성하도록 한다. 초안에 대해서 명세화 작업은 프로토콜 엔지니어가 담당하여 수행하도록 하고, 분명하지 않은 점에 대해서는 의료전문가의 도움을 받아 명세를 완료한 다음, 이를 의료전문가가 이해하기 쉬운 형태로 제공하여 검토하는 과정을 반복하도록 한다. 이와 같은 방법을 통해서 이질적인 분야의 전문가가 공동 작업을 할 수 있는 전략을 제안한 방법론은 제시하고 있다.

참 고 문 헌

- [1] 강성욱, u-헬스케어 시대의 도래, *CEO information 제602호*, 삼성경제연구소, pp.1-22, 2007.
- [2] Shahar, Y., Miksch, S., and Johnson, P. The Asgaard project: A task-specific framework for the application and critiquing of time-oriented clinical guidelines, *Artificial Intelligence in Medicine*, pp.29-51, 1998.
- [3] 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.
- [4] Johnson P, Tu S, Jones N. Achieving reuse of computable guideline systems. *Medinfo*. pp.99-103,2001
- [5] Peleg, M., Boxwala, A., et al. GLIF3: The Evolution of a Guideline Representation Format, *Proc. of AMIA Fall Symposium, Los Angeles*, in press, 2000.
- [6] Quaglini S, Stefanelli M, Cavallini A, Micieli G, Fassino C, Mossa C., Guideline-based careflow system, *Artif Intell Med*, 2000
- [7] Samson W. Tu, James R. Campbell, Julie Glasgow et al. "The SAGE Guideline Model:

Achievements and Overview". *J Am Med Inform Assoc.* 14(5) pp.589-598, 2007.

- [8] 황경순, 이선아, 이건명, 김원재, 윤석중, 하운석, 의사 중심으로 부터 참여자 중심의 유비쿼터스 건강관리 프로토콜 기술, *한국퍼지및지능시스템학회 2007 추계학술대회 논문집*, 제17권, 제2호, pp.153-158.
- [9] Kyoung Soon Hwang, Keon Myung Lee, Sang Ho Lee, Won Jae Kim, All-Participants Engaging Protocol Description for Ubiquitous Patient Care, *Prof. of the 7th International Conference on Application and Principles of Information Science*, pp.628-633, 2008.
- [10] 황경순, 이선아, 이건명, 김원재, 윤석중, "유비쿼터스 건강관리 서비스 기반의 야뇨증 환자 치료를 위한 임상 프로토콜 지식표현 방법, *한국퍼지및지능시스템학회 2008춘계학술대회 논문집*, 제18권, 제1호, pp.229-232, 2008.

저 자 소 개

황경순(Kyoung-Soon Hwang)

5권1호 참조

이건명(Keon-Myung Lee)

15권3호 참조

김원재(Wun-Jea Kim)

충북대학교 의과대학 교수

이찬희(Chan Hee Lee)

충북대학교 미생물학과 교수