

Building an Ontology-Based Diagnosis Process of Crohn's Disease Using the Differentiation Rule

Dong Yeon Yoo[†] · Ye-Seul Park^{**} · Jung-Won Lee^{***}

ABSTRACT

Crohn's disease, which is recently increasing in Korea, may be seen throughout the gastrointestinal tract and cause various symptoms. In particular, Crohn's disease is especially difficult to diagnose with several symptoms similar to other ulcerative colonic diseases. Thus, some studies are underway to distinguish two or more similar diseases. However, the previous studies have not described the procedural diagnosis process of it, which may lead to over-examination in the process. Therefore, we propose a diagnosis process of Crohn's disease based on the analysis of redundancy, sequential linkage and decision point in the diagnosis of Crohn's disease, so that it enables to identify ulcerative colonic diseases with symptoms similar to Crohn's disease. Finally, we can distinguish the colon diseases that have symptoms similar to Crohn's disease and help diagnose Crohn's disease effectively by defining the proposed process-oriented association as an ontology. Applying the proposed ontology to 5 cases showed that more accurate diagnosis was possible and in one case it could be diagnosed even with fewer tests.

Keywords : Medical Diagnosis, Diagnosis Process, Ontology, Crohn's Disease

감별 규칙을 이용한 온톨로지 기반 크론병 진단 프로세스 정의

유 동 연[†] · 박 예 슬^{**} · 이 정 원^{***}

요 약

최근 국내에서도 발병률이 증가하고 있는 크론병은 위장관의 모든 부위에서 발병할 수 있으며, 나타나는 증상도 다양하다. 특히, 크론병은 다른 궤양성 대장질환과 유사한 증상을 보일 수 있어 크론병을 진단하는데 어려움을 겪는다. 이로 인해 크론병 진단 가이드라인이나 크론병과 유사한 증상을 보이는 질병의 감별에 대한 연구가 진행되고 있다. 하지만 기존 연구에는 크론병에 대한 순차적인 진단 과정이 기술되지 않아, 크론병 진단을 위한 검사 과정에서 과도한 검사가 시행될 우려가 있다. 따라서 본 논문에서는 크론병과 유사한 증상을 보이는 궤양성 대장 질환을 감별하기 위해 중복성 및 순차적인 연관성, 질병의 진단 조건을 분석하여 감별 규칙으로 정의하고, 이를 기반으로 크론병 진단 프로세스를 제안한다. 또한, 제안하는 프로세스 중심의 연관성을 온톨로지로 정의함으로써 크론병과 유사한 증상을 보이는 대장 질환을 감별하고, 효과적으로 크론병을 진단하는데 도움을 줄 수 있다. 제안한 온톨로지를 5개의 사례에 적용해 본 결과, 모두 올바른 진단을 내렸으며 1개의 사례에서 더 적은 수의 검사로 진단할 수 있었다.

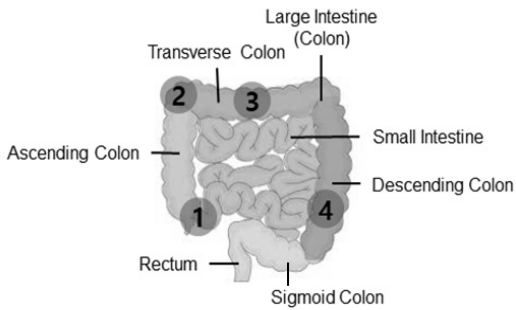
키워드 : 의학 진단, 진단 프로세스, 온톨로지, 크론병

1. 서 론

크론병(Crohn's Disease)은 구강에서 항문에 이르기까지

위장관 어느 부위라도 발병할 수 있는 만성 염증성 장 질환(Inflammatory Bowel Disease, IBD) 중 하나이다. 서구 선진국에서 흔한 질병으로 여겨졌으나, 최근 국내에서도 발병률이 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있다[1]. 크론병의 발병에는 서구화된 환경적 요인, 유전적 요인, 장내 세균총에 의한 이상면역반응 등의 복합적인 요인들이 관여하는 것으로 추정되나, 정확한 병인은 불분명하다. 게다가 서양과 동양에서 크론병의 빈도나 증상 등 양상이 달라 서구의 크론병 연구를 동양의 크론병 환자들에게 그대로 적용하기에는 문제가 있으며, 크론병이 비교적 늦게 진단된 동양에선 크론병에 대한 연구가 부족한 실정이다. 이로 인해 크론병을 진단하는데 많은 어려움을 겪고 있으며, 현재 진단이 어려운 이유는 크게 3가지 정도로 요약된다.

※ 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터육성지원사업의 연구결과로 수행되었음(IIIP-2018-2016-0-00309).
※ 이 논문은 2018년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단-차세대정보·컴퓨팅기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2014M3C4A7030504).
※ 이 논문은 2018년도 한국정보처리학회 춘계학술발표대회에서 '궤양성 대장질환-크론병 감별 규칙 기반 진단 프로세스 및 온톨로지 구축'의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임.
† 준 회원 : 아주대학교 전자공학과 학사과정
** 준 회원 : 아주대학교 전자공학과 박사과정
*** 종신회원 : 아주대학교 전자공학과 교수
Manuscript Received : July 6, 2018
Accepted : August 3, 2018
* Corresponding Author : Jung-Won Lee(jungwony@ajou.ac.kr)



- ① : Ileocolon from the Small Intestine to the Large Intestine
- ② : Connections between Ascending Colon and Transverse Colon
- ③ : Center of the Transverse Colon
- ④ : End of Descending Colon

Fig. 1. Sites that Commonly Cause Crohn's Disease in the Large Intestine

첫 번째 이유는 크론병이 위장관 전 부위에서 발병할 수 있다는 점이다. Fig. 1은 대장에서 크론병이 주로 발병하는 부위를 표시한 그림이다.

Fig. 1에서 확인할 수 있듯이, 대장 내에서도 크론병이 발병하는 부위는 다양하고, 이런 현상이 위장관 전체에서 일어날 수 있기 때문에 크론병이 발병한 부위를 특정하여 진단을 내리는데 큰 어려움을 겪는다. 두 번째 이유는 크론병으로 인해 나타나는 증상이 매우 다양하다는 점이다. 국내에서 크론병 환자들은 복통, 설사, 체중감소를 주 증상으로 보이고 동반 증상으로 발열, 식욕부진 등이 나타난다. 크론병의 다양한 증상은 발병 부위가 광범위하다는 특징과 더해 크론병 진단의 난이도를 증가시킨다. 세 번째 이유는 크론병을 포함한 궤양성 대장 질환이 서로 비슷한 증상을 보인다는 점이다. Fig. 2는 비슷한 증상으로 인해 발생하는 진단 복잡성에 대한 예시로, 크론병의 증상 중 하나인 궤양(Ulcer)에 대하여 궤양의 종류, 궤양을 발견할 수 있는 검사, 궤양으로 진단 가능한 질병을 설명한 그림이다.

Fig. 2에서 확인할 수 있듯이, 궤양은 발병 위치나 형태에 따라 6가지 종류로 구분되고 분류된 궤양 종류는 각기 다른 진단을 내릴 수 있다. 예를 들어, 구강 궤양(Canker)은 크론병을 의심할 수 있는 소견이지만, 조약돌 점막 모양(Cobblestone Appearance) 궤양은 크론병을 확진 할 수 있는 소견이다. 종주 궤양(Longitudinal Ulcer)은 크론병 확진과 결핵성 장염 및 궤양성 대장염이 의심되는 소견이지만, 비연속적 아프타성 궤양(Non-continuous Aphthous Ulcer)은 발병 부위에 따라 크론병을 의심 또는 확진할 수 있는 소견된다. 나타난 증상이 같더라도 질병이 다르다면 치료법 역시 상이하며, 잘못된 치료법의 사용은 환자의 용태를 악화시킬 우려가 있다. 따라서 크론병과 유사한 증상을 보이는 질환들과 감별하는 것이 매우 중요하며[2], 현재는 다양한 검사를 통해 얻은 소견들을 통합하여 크론병 진단을 내린다.

하지만 현재 크론병을 진단하기 위한 최적표준검사(Gold Standard Test)에 대한 연구는 아직 부족하다. 이로 인해 2009년 국내에선 Centre for Evidence Based Medicine, Oxford

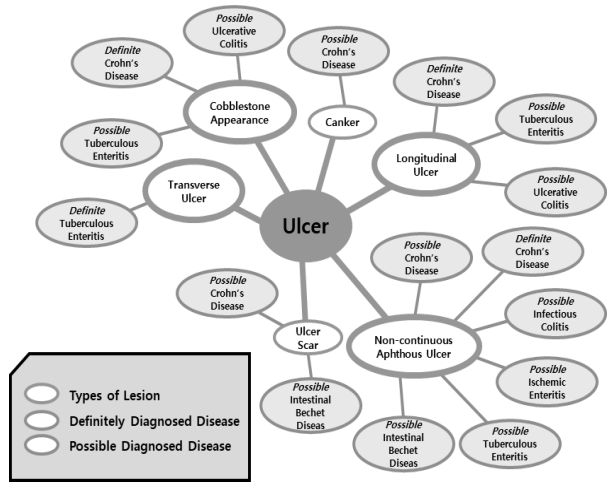


Fig. 2. Colonic Disease Diagnosed by Ulcer

를 근거로 한 ECCO(European Crohn's and Colitis Organization)의 합의안을 인용하여, 크론병 진단 가이드라인과 가이드라인의 증거 수준(Levels of Evidence) 및 권고 등급(Grades of Recommendation)이 제시되었다[3]. 이와 같은 가이드라인을 참고하여 신체검사, 병력 등 임상검사와 혈액검사, 내시경검사, 영상의학검사, 조직검사 등 여러 검사결과를 통합해서 크론병 진단을 내리고 있다. 그러나 크론병 진단 가이드라인[3]은 크론병 진단에 유용한 검사와 소견을 나열하였을 뿐 절차적인 진단 과정은 기술하지 않아 진단 과정에서 과다한 검사가 시행될 우려가 있다.

따라서 본 논문에서는 크론병 진단의 복잡성이 고려된 크론병 진단 프로세스를 정의하고, 프로세스를 기술한 온톨로지 모델을 제안하며, 이는 다음과 같은 방식으로 구축된다. 먼저, 크론병 진단에 유용한 검사 및 특이적 소견과 궤양성 대장 질환을 감별하기 위한 진단 소견에 대한 정보를 수집한다. 다음으로, 수집한 정보를 기반으로 크론병 진단을 위한 검사들의 선차성과 궤양성 대장 질환을 구분할 감별 규칙을 분석하고 이를 진단 프로세스로 정의한다. 여기에서 선차성이란 우선되는 성질을 일컫는 단어로, 진단하는 과정에 있어서 우선적으로 시행되었을 때 도움이 되는 검사들에 대해 분석하였다. 감별 규칙은 유사한 증상을 보이는 질병을 감별하여 진단을 내리기 위한 규칙으로, 여러 질병을 구분하여 진단 내릴 수 있는 증상들과 진단 결과가 감별 규칙으로 정의된다. 마지막으로, 정의한 진단 프로세스를 온톨로지 기술하는 과정을 거쳐 완성된다. 본 논문에선 제안한 온톨로지를 평가하기 위해 실제 사례[8-12]에 적용해보았다. 5개의 검사에서 실제 검사 결과와 같은 결과를 도출하였으며, 1개의 검사에선 실제 사례에서 시행한 검사의 수보다 적은 수의 검사를 시행하여 진단 결과를 도출함으로써 효과적으로 크론병 진단이 가능했다.

2. 관련 연구

현재, 크론병과 궤양성 대장 질환의 감별 진단을 고려한 진단 시스템에 대해 연구된 바는 없지만, 복잡한 진단 과정을

보이는 질병들의 감별 기법에 관한 연구가 수행되고 있다. [4, 5]의 연구에선 귀 이상과 목 통증의 감별 진단을 위해 결정 트리를 활용한 전문가 시스템에 대해 연구하였다. 두 연구는 결정 트리에서 환자의 증상에 대한 질문을 통해 다음 질문을 물어보거나 진단을 내린다. 이러한 연구들은 해당 분야의 전문가가 참여하기 때문에 환자의 증상으로 질병을 감별하여 높은 신뢰도를 갖는 진단을 내릴 수 있으나, 귀 혹은 목이라는 비교적 특정한 수 있는 기관 및 증상을 대상으로 하기 때문에, 궤양과 같이 위장관 전체에 다른 형태로 나타나거나 여러 증상이 한 부위에 동시다발적으로 발생할 수 있는 크론병에 적용하기에는 한계가 있다. 게다가 증상과 질병간의 단일 연관성을 고려하는 전문가 시스템에 비해 크론병은 보다 높은 진단 복잡성을 지니기 때문에 이러한 시스템을 크론병에 적용하기에는 문제가 많다.

[6]에서는 다양한 행동을 보일 수 있는 정신 장애(Mental Disorder)에 대해 수행된 연구로, 수집된 환자의 행동 데이터를 기계학습 알고리즘에 적용하여 조기경보 시스템을 구축하는 연구를 수행하였다. 특히, [6]의 연구는 여러 정신 질환과 행동들의 연관성을 온톨로지로 정의하였다. 예를 들어, 알츠하이머 병(Alzheimer's Disease)은 급격한 기분 변화(Mood swing), 방향 감각 상실(Disorientation) 등의 증상으로 예측할 수 있으며, 급격한 기분 변화는 환자의 공격성(Aggression)을 유발할 수 있다. 그러나 센서를 통해 포착한 환자의 일부 행동에 대해 정신 질환을 추측하는데 그쳐, 크론병과 같이 여러 검사 소견을 종합하여 진단하는 절차가 제시되어 있지 않다.

또한, [7]의 연구에선 다양한 증후군(Syndrome)에 대한 의료 정보를 표현한 온톨로지 모델과 이를 이용한 진단 시스템을 제안하였다. 특히, [7]에서는 파키스탄 지역에서 흔한 열대성 질병에 관련된 증후군에 초점을 맞춰 연구하였으며, 구축된 온톨로지는 질병 진단에 있어서 증상과 질병의 관계뿐만 아니라 진단에 필요한 검사, 위험 인자(Risk Factor), 처치(Treatment) 등 [6]보다 다양한 요소들의 연관성을 정의했다. 게다가 제안한 진단 시스템은 온톨로지서 정의한 증상, 질병, 검사 등의 연관성을 이용하여 환자가 의심되는 증후군을 진단한다. 하지만 질병 진단을 위해 요구되는 검사들의 선후 관계를 고려하지 않아, 크론병과 같은 질병의 진단 과정에선 지나친 검사가 시행될 수 있기 때문에 크론병 진단 과정에 그대로 적용하기엔 제한된다.

따라서 본 논문에서는 크론병 및 궤양성 대장 질환과 여러 증상들의 선차성과 다중 연관성을 고려한 진단 프로세스 및 온톨로지를 제안한다. 제안하는 진단 프로세스는 위에서 제시된 한계점을 해결하기 위해 검사간의 중복성을 고려하였다. 또한, 이에 대한 연관성을 효과적으로 표현하기 위해 온톨로지를 활용하여 분석된 결과를 표현하였다.

3. 크론병 감별 규칙 기반 진단 프로세스 정의

3.1 크론병 진단검사에 대한 선차성 분석

크론병을 진단하기 위해선 여러 검사를 시행하여 크론병

에 특이적인 병변을 발견해야 한다. 크론병 진단 가이드라인 [3]에선 진단에 필요한 검사들을 임상양상(Clinical Manifestation), 검사실(Clinical Test) 소견, 내시경검사(Endoscopy), 영상의학검사(Medical Imaging), 조직검사(Tissue Examination), 수술/복강경(Surgery/Laparoscopy) 소견 6가지로 비슷한 검사 방법끼리 묶어 분류하고 있지만 절차적인 진단을 위해선 부적합한 구분이다. 이를 해결하기 위해 동시에 시행되어야 하는 검사들을 기준으로 분석하여, 크게 4가지 종류로 재분류하였다. 본 논문에서는 재분류한 검사 종류를 기반으로 크론병 진단검사의 선차성을 추출하였으며, 재분류한 검사 종류 및 진단검사의 선차성에 대한 세부적인 설명은 Fig. 3과 같다. 재분류된 4가지 검사 종류는 Fig. 3과 같이 절차적으로 시행될 수 있으며, 각 검사 종류에 속한 여러 검사는 병원이나 환자의 상황에 따라 선택적으로 시행될 수 있다.

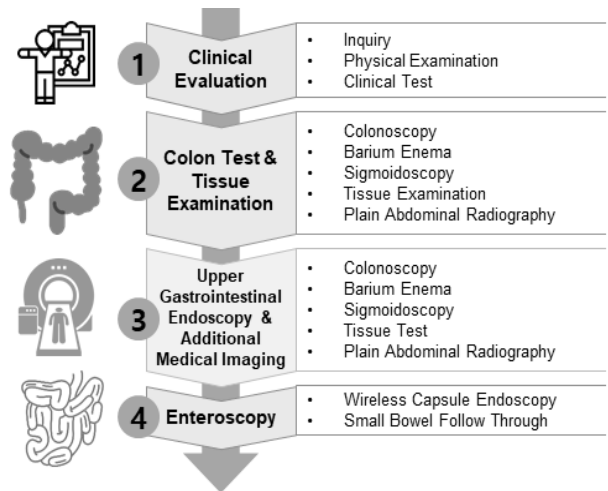


Fig. 3. Procedural Relationship of Examinations for Diagnosis of Crohn's Disease

- ① **임상평가(Clinical Evaluation):** 환자가 내원했을 때 가장 먼저 시행되는 검사로서, 임상평가를 통해 크론병 의심 증상이 발견되면 다른 검사를 추가로 시행한다. 크론병 치료력은 없으나 수술/복강경을 통해 특이적인 육안 소견이 발견된 환자의 경우에만 크론병 확진(definite) 혹은 배제(exclusion)로 진단 가능하다. 임상평가에서 크론병 의심(suspicious)으로 진단된 경우, 대장검사 및 조직검사를 시행한다.
- ② **대장검사 및 조직검사(Colon Test & Tissue Examination):** 크론병 진단에 일차적으로 추천되는 검사로서 특이적 병변이 발견된 경우 크론병으로 확진할 수 있다. 조직검사 역시 크론병에 특이적 병변이 발견된 경우 크론병 확진으로 진단 내릴 수 있으며, 궤양성 대장 질환을 감별하는데 도움을 준다.
- ③ **상부위장관내시경 및 기타 영상의학검사(Upper Gastrointestinal Endoscopy & Additional Medical Imaging):** 대장검사 및 조직검사서 크론병 확진이 되지 않은 경우, 검사를 시행하여 발견된 병변에 따라 크론병 확진, 배

제로 진단한다.

- ④ 소장 내시경(Enteroscopy): 임상평가에서 크론병 의심 소견이 발견되었지만 다른 검사를 진행하면서 크론병을 확진, 배제할 소견이 발견되지 않은 경우, 최종적으로 소장 내시경 및 캡슐내시경을 시행하여 크론병 확진, 배제 진단을 내릴 수 있다.

3.2 크론병 감별 규칙 분석

3.1절에서 분석된 검사들의 시행 결과에서 질병 진단을 내릴 수 있는 근거 정보를 추출하였다. 3.2절에선 추출한 근거 정보를 활용하여 크론병을 진단하기 위한 감별 규칙을 분석한다. [2, 3]에 기술된 증상들을 기반으로 여러 검사로부터 발견될 수 있는 증상을 진단을 위한 근거 정보로 추출하였으며, 이를 기반으로 특정한 병변들이 궤양성 대장 질환에 대해 확진, 의심, 배제할 수 있는 감별 규칙을 분석하였다. 분석된 감별 규칙은 크론병을 진단할 근거로서, 진단 프로세스에서 각 검사 이후 최종적인 진단을 내리거나 다음 검사를 시행하기 위한 결정을 내리는데 사용된다. 이와 같은 감별 규칙에 대한 예시는 Table 1과 같다.

Table 1. Examples of Differentiation Rules for Ulcerative Colitis Disease

Examination	Sign & Symptom	Diagnosis
(a) Clinical Evaluation	Abdominal Pain, Diarrhea occurring only during the day	Irritable Bowel Syndrome "Suspected"
(b) Clinical Evaluation	Fever, Weight Loss	Irritable Bowel Syndrome "Excluded"
(c) Colon Test	Cobblestone Appearance Ulcer	Crohn's Disease "Defined"
(d) Colon Test	Transverse Ulcer	Tuberculous Enteritis "Defined"
(e) Chest X-ray	Tuberculosis	Tuberculous Enteritis "Defined"

임상평가에서 낮에만 발생하는 복통(Abdominal Pain), 설사(Diarrhea) 증상을 보이는 경우 과민성 장 증후군(Irritable Bowel Syndrome)을 의심할 수 있다(a). 반면에 발열(Fever), 체중 감소(Weight Loss) 증상을 보이는 환자의 경우 과민성 장 증후군은 배제된다(b). 또한, 대장검사에서 조약돌 점막 모양 궤양이 발견된 경우 크론병(c)을, 횡행 궤양(Transverse Ulcer)이 발견된 경우 결핵성 장염(d)을 확인할 수 있는 특이적인 소견들이다. 마지막으로 흉부 X-선을 통해 발견된 결핵(Tuberculosis) 역시 결핵성 장염을 확인할 수 있다(e).

3.3 크론병 진단 프로세스 정의

마지막으로, 3.1절에서 분석한 진단검사들의 선차성과 3.2장에서 분석한 감별 규칙을 기반으로 진단 프로세스를 정의한다. 3.1절에서 확인하였듯이, 크론병 진단검사들은 시행되

어야 하는 순서에 대한 관계를 지니고 있었다. 따라서 본 논문에서는 이와 같은 선후관계를 고려한 진단검사들의 결과에 감별 규칙을 적용함으로써 진단 프로세스를 정의하였다. 감별 규칙은 프로세스를 진행하기 위한 조건으로 사용되며, 이러한 조건들을 결정 조건으로 명명된다. 또한, 결정 조건에 의해 프로세스가 진행되는 분기점을 Check Point로 정의하였으며, Check Point에서 결정된 결과는 다음 결정을 수행해야 하는 또 다른 Check Point이거나, 질병을 확진(definite), 의심(suspicious), 배제(exclusion)하는 진단 결과로 결정된다. 각각의 Check Point에서 적용되는 결정 조건에 대한 설명은 Table 2와 같다. Check Point와 결정 조건을 포괄하여 크론병 진단 프로세스(Fig. 4)를 정의하였고, Check Point 3에서 크론병 의심 소견을 보인 경우, 진단 프로세스를 따라 다른 진단검사를 시행하여 크론병을 확진 혹은 배제하는 결론으로 귀결된다.

앞서 분석한 선차성을 따라 4번의 검사 시점이 존재하며, 각 검사 시점은 Check Point에 의해 나뉜다. 임상평가 중에서 수술/복강경 이력이 있는 경우, Check Point 2에서 크론병 특징적인 소견의 유무에 따라 크론병 확진, 배제 진단을 내릴 수 있다. 수술/복강경 이력이 없는 경우에는 여러 검사를 시행하고 Check Point를 지나치며 진단을 내린다.

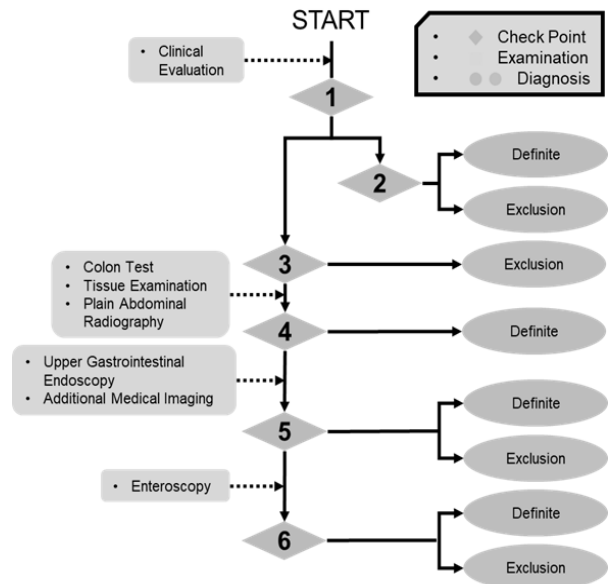


Fig. 4. A Diagnosis Process of Crohn's Disease

4. 크론병 진단 온톨로지 구축 및 평가

4.1 크론병 진단 온톨로지 구축

4.1절에서는 앞서 정의한 진단 프로세스를 온톨로지로 구축한다. 온톨로지의 클래스는 진단 프로세스에서 사용된 검사 종류, 검사로부터 발견된 증상, 감별 진단할 질병, Check Point 크게 4가지로 구분된다. 증상 클래스는 질병을 진단할 수 있는 증상의 종류에 따라 독립적으로 정의되며, 검사 종류

Table 2. Decision Conditions using the Differential Diagnosis of Crohn's Disease

Check Point	Condition	Sign & Symptom	Decision
Check Point 1	No History of Crohn	History of Surgery	CheckPoint 2
	else	-	CheckPoint 3
Check Point 2	Surgery or Laparoscopy	Enterostenosis	Definite
		Mesenteric Fat Wrapping	
		Lymph Node Enlargement	
		Lymph Node Conglomeration	
	else		Exclusion
Check Point 3	Clinical Manifestation & Clinical Test	Sign & Symptom suspected Crohn's Disease	CheckPoint 4
		else	Exclusion
Check Point 4	Colonoscopy, Sigmoidoscopy, Barium Enema	Cobblestone Appearance	Definite
		Longitudinal Ulcer	
		Non-continuous Aphthous Ulcer	
	Barium Enema	Wrinkle Loss	
		Fistula	
		Sacculation	
		Stenosis	
		Pseudodiverticulum	
	Tissue Examination	Noncaseating Granuloma and More than 1 Symptoms or More than 3 Symptoms	
		else	
Check Point 5	Chest X-ray	Tuberculosis Lesion	Exclusion
	Double-Contrast Small Bowel Follow-Through	Cobblestone Appearance	Definite
		Pseudodiverticulum	
		Longitudinal Ulcer	
	Double-Contrast Small Bowel Enteroclysis	Non-continuous Aphthous Ulcer	
		Fistula	
	Computed Tomography Enterography	Stenosis	
		Barrier Contrast Enhancement	
	Computed Tomography Entericlysis	Barrier Thickening	
		Fistula	
	Magnetic Resonance Enteroclysis	Stenosis	
		Anal Lesion	
	Endoscopic Ultrasound	Anal Lesion	
		Lymph Node Enlargement	
Abdominal Ultrasound	Abscess		
	Stenosis		
	Fistula		
Upper Gastrointestinal Endoscopy	Bamboo Joint-like Appearance		
else	-	CheckPoint 6	
Check Point 6	Small Bowel Follow-Through, Wireless Capsule Endoscopy	Cobblestone Appearance	Definite
		Longitudinal Ulcer	
		Non-continuous Aphthous Ulcer	
		else	Exclusion

와 질병들 또한 독립적인 클래스로 정의된다. 검사의 선차성은 Check Point라는 클래스에 의해 표현되며, 감별 규칙은 질병을 확진, 의진, 배제할 근거로서 증상 객체의 속성(Object Property)으로 정의된다. Fig. 5는 구축한 진단 온톨로지에 대한 예시로, 크론병으로 인해 발생할 수 있는 증상 중 하나인 궤양에 대해서, 이를 발견할 수 있는 검사와 발견된 궤양으로 진단 가능한 질병에 대한 설명을 나타낸다.

Fig. 5는 크게 3가지 클래스를 나타내고 있다. 왼쪽부터 차

례대로 궤양을 진단할 수 있는 검사(Examination), 궤양의 종류(Sign&Symptom), 궤양으로 진단할 수 있는 질병 진단(Diagnosis) 클래스를 나타낸다. 궤양은 6개의 subclass를 가지며, 각각의 subclass는 발견한 검사 종류에 따라 각기 다른 진단 소견을 갖는다. 예를 들어 궤양의 subclass인 종주 궤양은 6가지 검사로부터 발견될 수 있으며, 본 논문에서는 canDetect 객체 속성을 활용하여 이를 표현하였다. 또한, 종주궤양이 발견됨으로써 확진이나 의진으로 진단할 수 있는

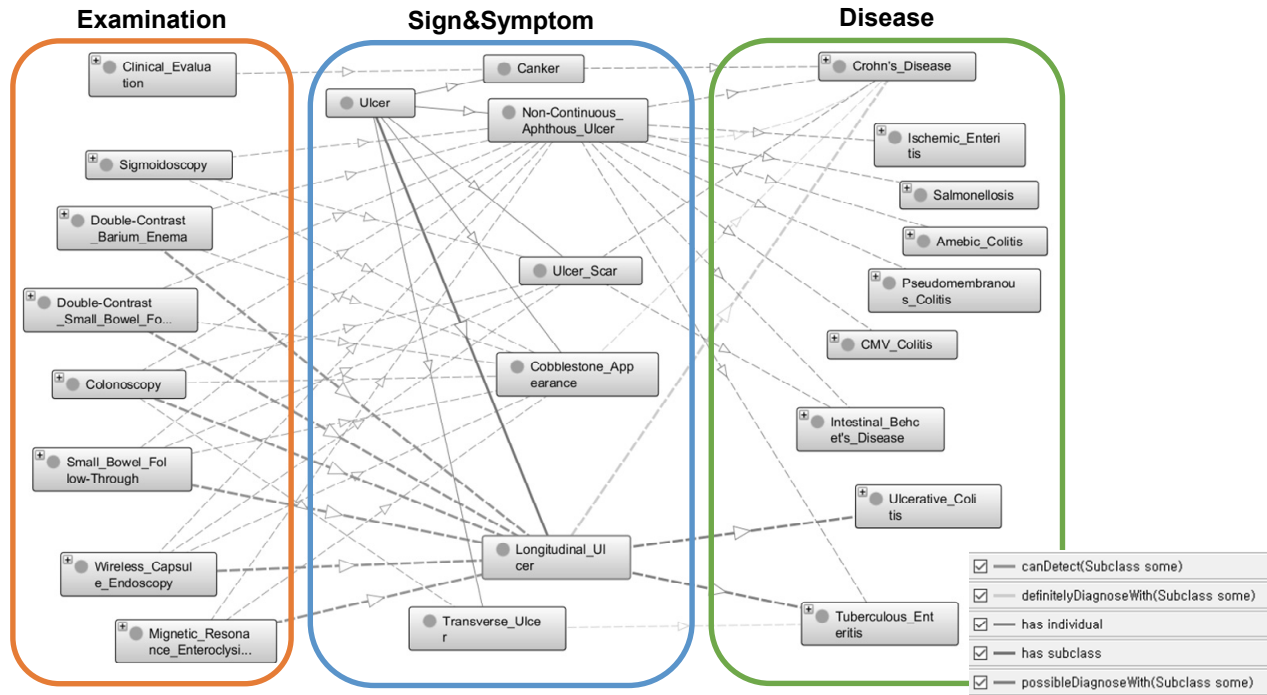


Fig. 5. Visualization of Crohn's Disease Ontology for Ulcer

질병(예: 크론병, 궤양성 대장염, 결핵성 장염)에 대해서 definitelyDiagnoseWith와 possibleDiagnoseWith 객체 속성을 활용하여 표현하였다. 이 밖에도, 크론병과 관련된 모든 증상 클래스에 대해서 위와 같은 객체 속성을 활용하여 감별 규칙을 표현하고 있다.

4.2 크론병 진단 온톨로지 평가

크론병 진단 온톨로지는 실제 환자의 궤양성 대장 질환 진단 사례[8~12]를 활용하여 테스트를 진행하였다. [8~11]의 경우 크론병으로 확진 받은 사례이고, [12]의 경우 크론병과 비슷한 증상을 보이는 궤양성 대장염 환자에 대한 사례이다. 모든 테스트 케이스에 대해 다음 2가지 항목을 평가하였으며, Table 3은 평가를 위해 사용된 테스트 케이스 및 평가 결과에 대한 설명이다.

- **진단 프로세스의 정확성** - 진단 프로세스에서 발견되는 환자의 증상에 따라 올바른 Check Point를 거쳐서 검사가 진행되는지 확인한다.
- **진단 결과의 정확성** - 진단 프로세스의 결과가 실제 사례의 진단 결과와 일치하는지 확인한다.

각 테스트 케이스는 다른 부위에서 다른 증상을 보이는 경우이며, 모든 테스트 케이스에서 올바른 진단 프로세스를 거쳐 올바른 진단 결과를 도출함을 확인함으로써, 평가 결과가 모두 Pass로 나타났다. 특히, 테스트 케이스 2로 사용된 사례에서는 대장검사, 조직검사, 소장조영술, CT검사를 통해 크론병으로 확진하였지만, 본 논문에서 정의한 크론병 진단 온톨

Table 3. Crohn's Disease Diagnosis Ontology Test Case

Test Case	Sign & Symptom	Expected Result		Evaluation
		Check Point	Diagnosis	
1	Surgical Finding, Metamerism Invasion	1,2	Crohn's Disease is Definitely diagnosed	Pass
2	Abdominal Pain, Well-being, Diarrhea, Weight Loss, Aphthous Ulcer, Granuloma, Lymphoid Hyperplasia	1,3,4	Crohn's Disease is Definitely diagnosed	Pass
3	Diarrhea, Iron Deficiency Anemia, Antibiotic, Barrier Thickening, Longitudinal Ulcer	1,3,4,5	Crohn's Disease is Definitely diagnosed	Pass
4	Erosion, Ulcer(Duodenum), Plasma Cell Infiltration	1,3,4,5,6	Crohn's Disease is Definitely diagnosed	Pass
5	Fever, Abscess, Arthritis	1,3,4,5,6	Crohn's Disease is diagnosed by Exclusion	Pass

로지에선 대장검사와 조직검사를 통해 크론병 진단을 내림으로써, CT검사를 시행하지 않아 적은 수의 검사로 효과적인 진단이 가능함을 확인했다. 또한, 테스트 케이스 5는 궤양성 대장염 환자의 사례를 사용한 케이스로, 진단 온톨로지는 크론병으로 진단을 내리지 않아 올바른 결과를 도출하였음을 확인하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 크론병 진단을 위한 다양한 검사 중에서 동시에 시행될 수 있거나 우선적으로 시행되어야 하는 검사를 재분류하여 선차성을 추출하고, 시행한 검사에서 발견된 증상을 기반으로 진단 내리는 과정을 감별 규칙으로 구분하여 진단 프로세스를 정의하고 이를 온톨로지로 구축하였다. 구축된 온톨로지는 유사한 증상을 보이는 궤양성 대장질환을 구분하기 위한 감별 규칙을 기반으로 크론병 진단 과정적이고 효과적인 진단에 도움을 줄 수 있다. 향후에는 크론병 진단을 위해 활용되는 영상 데이터(캡슐내시경 영상) 분석에 초점을 맞추어, 기존에 구축된 온톨로지를 확장 및 고도화할 계획이다.

References

[1] Health Insurance Review&Assessment Service, Crohn's Disease[Internet], <https://www.hira.or.kr/re/stc/InsInfm/stc/InsInfmView.do?pgmid=HIRAA030502000000&sortSno=183>.

[2] Y. S. Park, "Colon Disease that is Difficult to Differentiate," *The Korean Journal of Gastrointestinal Endoscopy*, Vol.34, No.1, pp.51-55, 2007.

[3] B. D. Ye, B. I. Jang, Y. T. Jeon, K. M. Lee, J. S. Kim, S. K. Yang, and IBD Study Group of the Korean Association of the Study of Intestinal Diseases, "Diagnostic Guideline of Crohn's Disease," *The Korean Journal of Gastroenterology*, Vol.53, No.3, pp.161-176, 2009.

[4] S. S. A. Naser and S. H. AlMursheidi, "A Knowledge Based System for Neck Pain Diagnosis," *World Wide Journal of Multidisciplinary Research and Development (WWJMRD)*, Vol.2, No.4, pp.12-18, 2016.

[5] S. S. A. Naser and M. A. Al-Nakhal, "A Ruled Based System for Ear Problem Diagnosis and Treatment," *World Wide Journal of Multidisciplinary Research and Development*, Vol.2, No.4, pp.25-31, 2016.

[6] T. Ivascu, B. Manate, and V. Negru, "A multi-agent architecture for ontology-based diagnosis of mental disorders," in *Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing (SYNASC), 2015 17th International Symposium on*. IEEE, pp.423-430, 2015.

[7] M. P. Brundage, B. Kulvatunyou, T. Ademujimi, and B. Rakshith, "Smart manufacturing through a framework for a knowledge-based diagnosis system," *ASME 2017 12th*

International Manufacturing Science and Engineering Conference Collocated with the JSME/ASME 2017 6th International Conference on Materials and Processing, American Society of Mechanical Engineers, Vol.3, pp.V003T04A012; 9 pages, 2017.

[8] J. H. Kang and S. I. Choi, "Additional One Case of Crohn's Disease," *Annual Congress of KSS 1998 50th Annual Congress of the Korean Surgical Society*, pp.567-567, 1998.

[9] K. Y. Kim, H. J. Kim, J. Y. Jang, K. C. Lee, S. H. Jung, S. H. Dong, B. H. Kim, Y. W. Chang, and Rin Chang, "A Case of Granulomatous Liver Disease Combined with Crohn's Disease," *The Korean Journal of Gastrointestinal Endoscopy*, Vol.36, No.5, pp.298-301, 2008.

[10] S. M. Jung, C. H. Choi, H. R. Seol, S. J. Jung, S. J. Hwang, H. W. Lee, H. J. Kim, J. H. Do, and S. K. Jang, "Two Cases of Familial Crohn's Disease in Parents, Children, and Siblings," *The Korean Journal of Medicine*, Vol.75, No.s1, pp.388-388, 2008.

[11] D. J. Song, S. I. Hwang, H. W. Choi, and C. Y. Jung, "A Case of Crohn's Disease Limited to the Duodenum," *The Korean Journal of Medicine*, Vol.89, No.cho1, pp.54-54, 2015.

[12] B. S. Cho, S. K. Kwok, Y. I. Seo, D. J. Min, W. U. Kim, S. K. Lee, S. H. Park, C. S. Cho, and H. Y. Kim, "A Case of Rheumatoid Arthritis Associated with Ulcerative Colitis," *The Journal of Rheumatic Diseases*, Vol.8, No.4, pp.262-267, 2001.



유 동 연

<https://orcid.org/0000-0002-5780-0661>

e-mail : dongso125@ajou.ac.kr

2013년~현 재 아주대학교 전자공학과
학사과정

관심분야 : Bio-medical Data Modeling,
Big-Data Analysis, Ontology,
Embedded Software



박 예 슬

<https://orcid.org/0000-0003-2584-7489>

e-mail : yeseuly777@gmail.com

2015년 아주대학교 전자공학과(학사)

2017년 아주대학교 전자공학과(석사)

2017년~현 재 아주대학교 전자공학과
박사과정

관심분야 : Bio-medical Data Modeling, Data Analysis, Medical
Images, Ontology, Machine Learning, Deep
Learning, Industrial Robot, Embedded Software



이 정 원

<http://orcid.org/0000-0001-8922-063X>

e-mail : jungwony@ajou.ac.kr

1993년 이화여자대학교 전자계산학과(학사)

1995년 이화여자대학교 전자계산학과(석사)

1995년~1997년 LG종합기술원 주임연구원

2003년 이화여자대학교 컴퓨터학과(박사)

2003년~2006년 이화여자대학교 컴퓨터학과 BK교수, 전임강사(대우)

2006년~현 재 아주대학교 전자공학과 교수

관심분야: Embedded Software, Automotive Software,

Bio·Medical Data Modeling