

인공신경망을 이용한 소장 캡슐 내시경 병변 검사 보조 방법

왕태수 · 김민영 · 장종욱*

동의대학교

A method of assisting small intestine capsule endoscopic lesion examination using artificial neural network

Tae-su Wang · Minyoung Kim · Jongwook Jang*

Dong-eui University

E-mail : tswang@office.deu.ac.kr / kmyco@deu.ac.kr / jwjang@deu.ac.kr

요 약

사람의 체내 장기는 복잡한 구조로 되어있으며 특히, 소장은 길이가 약 7m 길이를 가지고 있어 내시경 검사가 쉽지 않고 내시경 검사 시 위험도가 높다. 현재는 캡슐 내시경으로 검사를 수행하고 있으며, 검사 시간이 매우 긴 편이다. 의사는 제거된 저장장치를 컴퓨터에 연결해 환자의 캡슐 내시경 영상을 저장 후 프로그램을 사용하여 판독하지만, 캡슐 내시경 검사 결과 영상 길이가 길어 판독 시간이 많이 소요된다. 또한 소장외의 경우 용모에 의해 많은 굴곡이 존재해 검사 과정에서 영상의 폐색 영역이나 명암이 뚜렷이 나타나게 되어 검사 시 병변 및 이상징후에 관해 놓치는 경우가 발생할 수 있다. 본 논문에서는 의사의 영상 판독 시간 단축과 진단 신뢰도 향상을 위해 인공신경망을 이용한 소장 캡슐 내시경 병변 검사 보조 방법을 제공한다.

ABSTRACT

Human organs in the body have a complex structure, and in particular, the small intestine is about 7m long, so endoscopy is not easy and the risk of endoscopy is high. Currently, the test is performed with a capsule endoscope, and the test time is very long. The doctor connects the removed storage device to the computer to store the patient's capsule endoscope image and reads it using a program, but the capsule endoscope test results in a long image length, which takes a lot of time to read. In addition, in the case of the small intestine, there are many curves due to villi, so the occlusion area or light and shade of the image are clearly visible during the examination, and there may be cases where lesions and abnormal signs are missed during the examination. In this paper, we provide a method of assisting small intestine capsule endoscopic lesion examination using artificial neural networks to shorten the doctor's image reading time and improve diagnostic reliability.

키워드

Small intestine lesions, Object detection, Morphology, CLAHE, Histogram Backprojection

1. 서 론

사람의 체내 장기는 복잡한 구조로 되어있으며, 사람의 소화기관은 크게 식도, 위, 소장, 대장으로 구성되어 있다. 체내의 병변에 대해 정확하고 빠른 진단을 내리는 것은 여러 질병에 있어서 매우 중요하고, 병변 진단을 위해 시행하는 검사 방법 중 내시경 검사는 그중 하나다. 소장(small intestine)의

길이는 약 7m이며, 삽입 부위에서 멀기 때문에 내시경 검사가 쉽지 않고 위험도가 높다. 또한 연동운동과 용모에 의해 많은 움직임과 굴곡이 존재하기 때문에 내시경 검사 과정에서 폐색 및 명암이 뚜렷한 영역이 나타나 내시경 관찰이 어렵다. 기존의 소장 바륨조영술 및 CT를 포함한 여러 가지 방사선 진단법도 소장 질환에 대한 진단율이 낮은 편이며, 현재는 캡슐 내시경 기술을 통해 부담 없이 내시경 검사가 가능하다[1-3].

* corresponding author

캡슐 내시경 검사는 카메라가 내장된 캡슐을 삼킨 뒤 영상을 찍어 소장 질환을 찾는 검사 방법이다. 캡슐 내시경 검사 방법은 다음과 같다. ①환자는 검사 전날 밤부터 금식 후, 검사 당일 위장관의 거품 제거를 위해 시메치콘이 섞인 물을 마신다. ②복부에 감지기를 부착, 저장장치를 허리에 찬 후 캡슐내시경을 삼킨다. ③위장관 연동운동에 의해 캡슐이 소화기관으로 내려가면서 1초에 2~6장씩 소장 영상을 촬영한다. ④검사는 캡슐을 삼킨 후로 8~9시간 후에 종료되며, 환자는 검사실로 돌아와 저장장치를 제거한다. ⑤의사는 제거된 저장장치를 컴퓨터에 연결하여 환자의 캡슐 내시경 영상을 컴퓨터에 저장하고 프로그램을 사용하여 영상 화면을 보면서 판독한다[4].

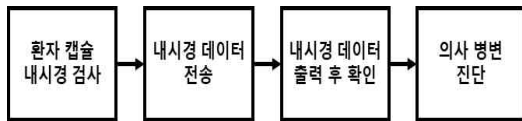


그림 1. 캡슐내시경 병변 진단 흐름도

그림 1은 캡슐내시경 병변 진단에 대한 프로세스 흐름도이다. 캡슐내시경 검사는 장기간 소요되기 때문에 그만큼 결과 영상이 길다. 그래서 장시간의 판독이 요구되며, 캡슐 내시경 검사 결과 영상에서 소장에서 발생할 수 있는 병변 및 이상징후에 대해 의사가 놓치지 않고 파악할 수 있는 방법이 필요하다.

본 논문에서는 영상 판독 시간 단축과 진단 신뢰도 향상을 위해 인공지능망을 이용한 소장 캡슐 내시경 병변 검사 보조 방법을 제공한다.

II. 병변 검사 보조 방법

병변 검사 보조 방법으로 2가지를 제안한다. 첫 번째 방법은 소장의 병변 및 정상 범위 인식 비교를 통한 ‘판독 범위’와 ‘중첩 범위’를 제공하는 것, 두 번째 방법은 병변 검출과 중첩 범위에 대해 이미지 처리된 보조 자료를 제공하는 것이다.

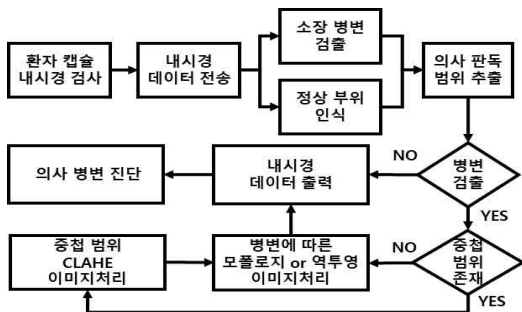


그림 2. 보조 방법 진단 프로세스

그림 2는 보조 방법을 위한 진단 프로세스이다.

위 프로세스를 통해 의사는 판독 과정을 보조할 수 있는 자료들을 제공 받게 된다.

III. 보조 방법 I

소장에 대한 캡슐 내시경 검사는 다른 검사로 확인되지 않는 소화관 출혈, 소장의 염증성 질환이 의심되는 경우, 소장 종양이 의심되는 경우, 설사, 복통, 흡수 장애 증후군 등의 경우에 실시한다.

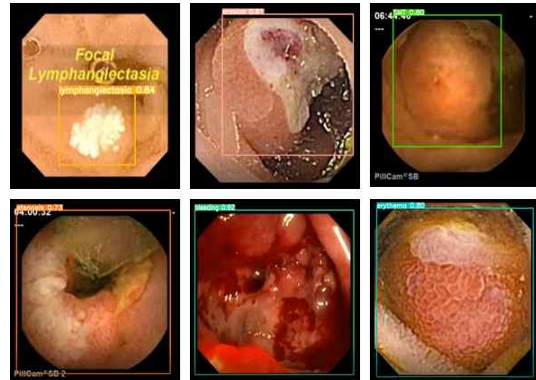


그림 3. 병변 검출 예시 이미지

그림 3은 소장 병변 검출에 따른 예시 이미지이다. 소장에서 발생할 수 있는 병변은 Angiodysplasia (혈관이형성증), Erosion (부식), Stenosis (협착), Lymphangiectasia (림프관확장증), Lymph follicle (림프 여포), SMT (점막하종양), Polyp-like (폴립), Bleeding (출혈), Diverticulum (계실), Erythema (홍진), Foreign body (이물질), Vein (정맥) 등이 있다.

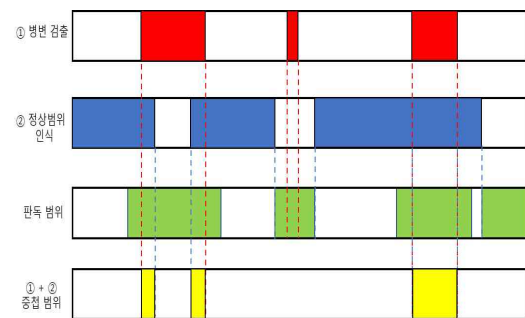


그림 4. 판독 범위 & 중첩 범위 이미지

그림 4는 병변 검출 및 정상 범위 인식에 따른 판독 범위와 중첩 범위를 나타낸 이미지이다. 병변이 검출된 영상 프레임과 정상 범위 인식 프레임을 비교하여 의사에게 제공할 판독 범위를 추출한다.

판독 범위 추출에 대한 기준은 ①병변 검출, ②병변 및 정상 부위 검출 중첩, ③병변 및 정상 부위 미검출로 지정했다. 특히 중첩 범위의 경우 병변 또는 정상 부위 검출 정확도에 대한 신뢰도가 낮음을 의미하므로 범위 내 국소 부위에 대한

면밀한 판독이 필요하다.

IV. 보조 방법 II

병변 검출 및 중첩 범위 존재 여부에 따라 처리된 이미지는 진단 과정에서의 신뢰성 향상을 위한 보조 자료로 제공된다. 이미지 처리를 위한 방법에는 CLAHE(Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization), Morphology(Top Hat, Black Hat), Histogram Back Projection이 있다.

CLAHE는 기존의 이미지 전처리 기법인 AHE(Adaptive Histogram Equalization)의 의미 없는 pixel의 값이 크게 변화되는 문제인 noise amplification을 해결하기 위해 contrast limit을 활용하는 적응형 알고리즘이다[5].

Top Hat은 이미지에서 밝은 영역을 강조하는 연산이며, Black Hat은 어두운 부분을 강조하는 모폴로지 연산이다[6].

Histogram Back Projection은 영상의 각 픽셀이 히스토그램 모델과 얼마나 일치하는지를 검사하는 방법으로 특정 색상영역을 검출할 수 있다[7].

표 1. 병변 클래스별 이미지 처리 방법

소장 병변	이미지 처리 방법
Angiodysplasia (혈관이형성증)	Back Projection
Erosion(부식)	CLAHE
Stenosis(협착)	Top Hat
Lymphangiectasia (림프관확장증)	Top Hat, Back Projection
Lymph follicle (림프 여포)	Top Hat, Back Projection
SMT(점막하종양)	Top Hat, Black Hat, Back Projection
Polyp-like(폴립)	Black Hat, Back Projection
Bleeding(출혈)	Back Projection
Diverticulum(계실)	Black Hat
Erythema(홍진)	Back Projection
Foreign body (이물질)	Top Hat, Black Hat
Vein(정맥)	Black Hat

표 1은 소장 병변 클래스에 따른 이미지 처리 방법이다. 병변의 경우 진단에 도움이 되는 보조 자료 생성을 위해 부위나 형태적 특징에 적합한 이미지 처리 방법을 지정했다.

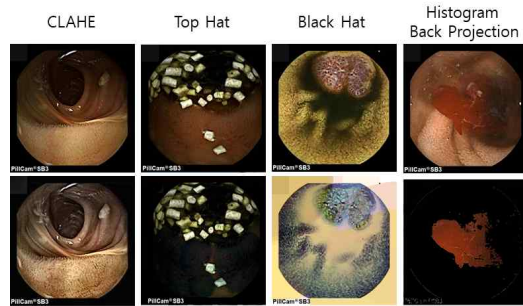


그림 5. 이미지 처리 예시

그림 5는 적용되는 이미지 처리 예시 이미지이다. 만약 중첩 범위가 존재하게 되면 범위 내 CLAHE 기법을 적용해 명암 조절된 이미지들을 병변에 따라 처리된 이미지들과 함께 보조 자료로 제공된다.

V. 결 론

본 논문에서는 영상 판독 시간 단축 및 진단 신뢰도 향상을 위해 2가지 보조 자료를 의사에게 제공하는 소장 캡슐 내시경 병변 검사 보조 방법을 제안했다. 방법은 2가지 보조 자료를 제공하는 것인데, 첫 번째 자료는 소장 내시경 결과의 병변 검출과 정상 부위 인식 범위를 비교해 추출된 ‘판독 범위’와 면밀한 판독이 필요한 ‘중첩 범위’이고, 두 번째 자료는 병변 검출 및 중첩 범위 여부에 따라 각 병변의 부위나 형태적 특징을 고려해 처리된 이미지 자료이다. 판독 범위와 중첩 범위는 의사의 면밀한 진단이 요구되는 자료로 제공되며, 처리된 이미지 자료는 진단율을 높일 수 있는 시각적 자료로 제공된다. 향후 연구에서는 병변과 정상 부위 인식 성능을 측정하고, 판독 범위에 대한 기준을 확립할 예정이다.

Acknowledgement

본 논문은 부산광역시 및 (재)부산인재평생교육진흥원의 BB21플러스 사업으로 지원된 연구임.

또한, 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(Grand ICT연구센터) 사업의 연구결과로 수행되었음. (IITP-2022-2016-0-00318)

References

- [1] Asan Medical Center [Internet]. Available : <https://www.amc.seoul.kr/>.
- [2] Severance Hospital [Internet]. Available : <https://sev.severance.healthcare/>.

- [3] Busan Hangun Hospital [Internet]. Available : <http://www.hangun.com/common/page/m27/m272.psl?v=2>
- [4] Ajou University Hospital [Internet]. Available : <https://hosp.ajoumc.or.kr/>.
- [5] Zuiderveld, Karel, "*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*," *Graphic Gems IV*. San Diego: Academic Press Professional, 1994. 474-485.
- [6] P. Maragos, "Differential morphology and image processing," in *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 5, No. 6, pp. 922-937, June. 1996, DOI: 10.1109/83.503909.
- [7] Swain, Michael J. and Dana H. Ballard, "Indexing via color histograms," in *Proceedings Third International Conference on Computer Vision*, Osaka, pp. 390-393, 1990. DOI: 10.1109/ICCV.1990.139558