



Researcher 유동연, 전자공학과 (dongs0125@ajou.ac.kr)

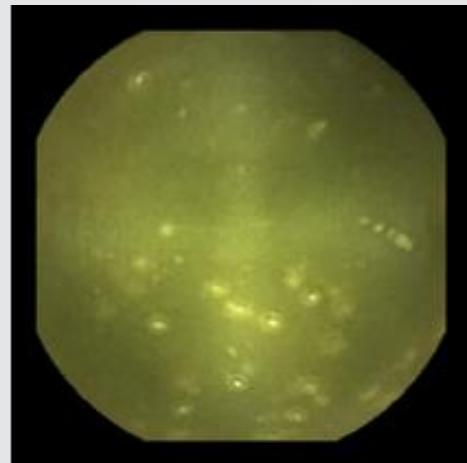
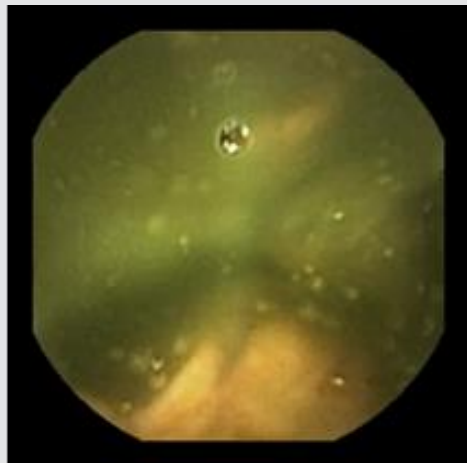
Professor 이정원, 전자공학과

ABSTRACT

- 현재, 캡슐내시경 영상 중에서 거품으로 가득 차거나 조명장치의 문제로 너무 어둡게 찍히는 등 학습에 방해가 되는 영상을 **수동으로** 제거한 뒤에 학습을 진행하고 있는 상황이다.
- 이를 해결하기 위해 캡슐내시경 영상에서 많은 비중을 차지하는 거품 낀 이미지를 찾아내서 제거하려는 연구는 진행되고 있으나, 거품 이미지와 마찬가지로 **많은 비중**을 차지하고 있는 **과잔여물 이미지**를 제거하기 위한 연구는 **미비**하다.
- 본 연구에선 캡슐내시경 영상의 색 통계 정보를 이용하여 **과잔여물 이미지를 분류하는 기법을 제안**한다. 제안하는 기법을 실제 임상 데이터로 실험한 결과, 평균 0.95의 정확도와 0.89의 F1-점수를 보였다.
- 제안한 기법을 캡슐내시경 영상 **학습의 전처리 과정**으로 활용함으로써, 데이터 정제에 소요되는 시간을 감소시키고 학습 성능을 향상시키는 효과가 기대된다.

APPROACH

- 과정 1. 캡슐내시경 영상의 계층적 색 통계 벡터 생성**
 - 이미지의 중앙이 포함되도록 정방형으로 잘라내며, 이미지를 자르는 크기에 따라 5단계로 나뉜
 - Normal Image**의 경우 적어도 하나 이상의 단계에서 위장관이 관찰되지만, **Over-residue Image**의 경우 위장관을 관찰할 수 없음
 - 이미지 내 위장관 관찰 가능 여부를 판별하기 위함
 - 5단계로 나뉜 이미지의 RGB 색상별 통계 정보 계산 및 벡터 생성
 - Normal Image**의 위장관은 연한 홍색을 띄는 반면, **Over-residue Image**의 경우에는 녹색 혹은 황색을 띠며
 - 픽셀의 구분 없이 이미지 전체에 대한 RGB 색상별 통계 정보를 이용하여 위장관 구분 가능
 - 하나의 이미지는 **5단계**로 잘리며, 잘린 각 이미지의 **RGB 색상별로 평균과 표준 편차**를 계산
 - 하나의 이미지에서 하나의 벡터가 생성되며, 하나의 벡터에는 5x6개의 정보가 담겨 있음



(a) Normal Image

(b) Normal Image

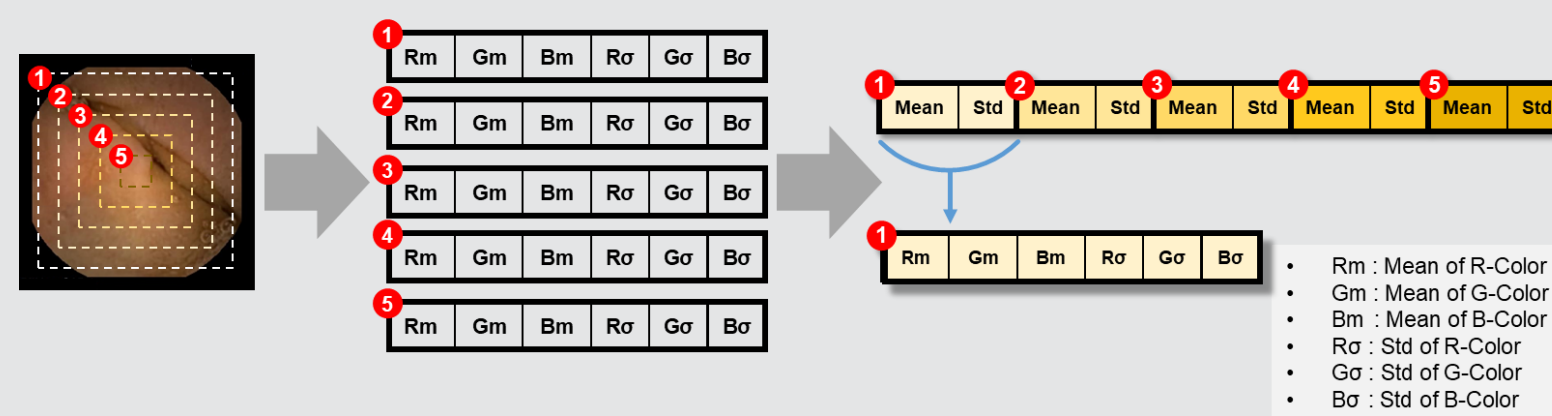
(c) Over-residue Image

캡슐 내시경 영상의 분류

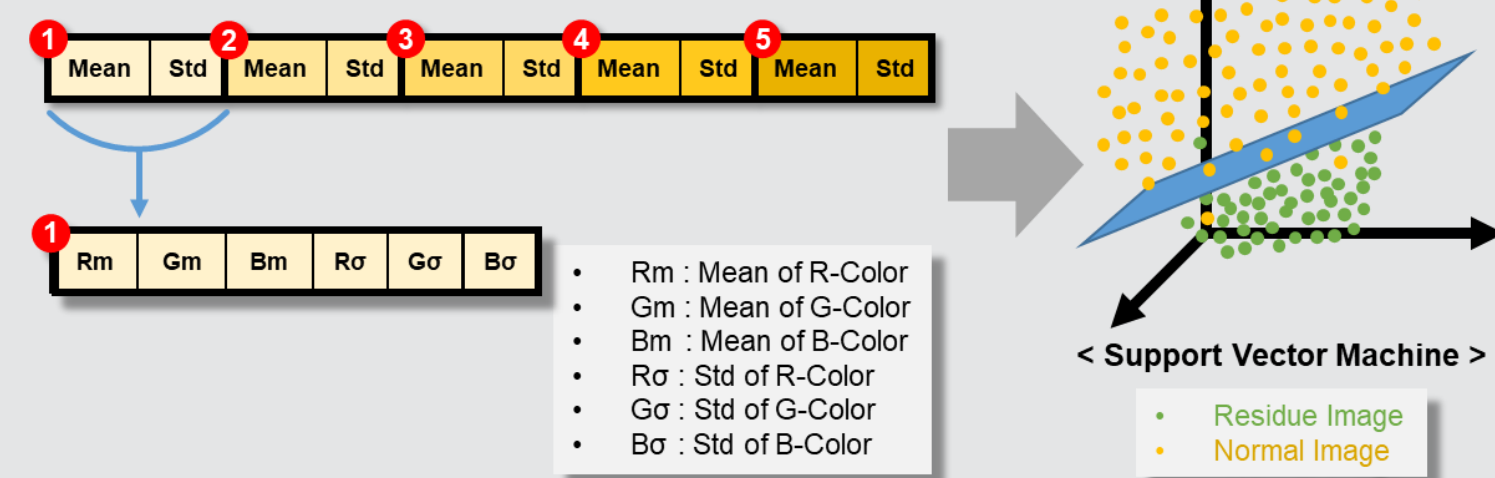
- Normal Image** : 학습에 사용 가능한 이미지, 위장관을 관찰할 수 있는 이미지
- Over-residue Image** : 학습에 사용 불가능한 이미지, 위장관을 관찰할 수 없는 이미지

CONCEPT

- 캡슐내시경 영상의 과잔여물 이미지 분류 기법
 - 과정 1. 캡슐내시경 영상의 계층적 색 통계 벡터 생성**
 - 크기에 따라 5단계로 나누어 이미지를 자름
 - 5단계로 나뉜 이미지의 RGB 색상별 통계 정보 계산 및 벡터 생성



- 과정 2. SVM 기반의 과잔여물 이미지 분류 기법**
 - 과정 1에서 생성한 벡터를 사용한 SVM 기법으로 과잔여물 이미지 분류
 - 과적합(Overfitting)을 방지하기 위해 선형 SVM 기법사용



- 과정 2. SVM 기반의 과잔여물 이미지 분류 기법**
 - 과정 1에서 생성한 벡터를 사용한 SVM 기법으로 과잔여물 이미지 분류
 - 과적합(Overfitting)을 방지하기 위해 **선형 SVM 기법** 사용

RESULT

- 실제 환자 5명의 캡슐내시경 영상으로, 제안하는 기법의 실험 및 평가를 진행하였다.
- 표 1은 실험에 사용된 환자들에 대한 정보로, 환자 C에게선 미란(Erosion)이, 환자 E는 위장관 내 출혈(Bleeding)이 발견되었다.
- 환자별로 7,500장의 Normal Image와 2,500장의 Over-residue Image를 샘플링하였으며, 교차 검증을 위해 Train Data는 3명, Test Data는 2명으로 설정하여 총 10개의 테스트 케이스를 생성했다.

표 1. 과잔여물 이미지 분류에 사용된 환자의 정보

| Patient | Gender | Capsule Endoscopy | | Lesion |
|---------|--------|-------------------|--|----------|
| | | Play Time | | |
| A | Male | 13:52:40 | | – |
| B | Male | 13:15:37 | | – |
| C | Male | 15:07:32 | | Erosion |
| D | Female | 14:06:32 | | – |
| E | Female | 12:26:19 | | Bleeding |

표 2. 계층적 색 통계 벡터 기반 과잔여물 이미지 분류 결과

| TEST CASE | Residue Image Classification | | | |
|-----------|------------------------------|--------|-----------|----------|
| | Accuracy | Recall | Precision | F1-score |
| 1 | 0.98 | 0.99 | 0.92 | 0.96 |
| 2 | 0.92 | 0.70 | 0.99 | 0.82 |
| 3 | 0.92 | 0.99 | 0.75 | 0.86 |
| 4 | 0.98 | 0.99 | 0.95 | 0.97 |
| 5 | 0.94 | 0.76 | 0.99 | 0.87 |
| 6 | 0.94 | 0.99 | 0.82 | 0.9 |
| 7 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 0.99 |
| 8 | 0.95 | 0.79 | 0.99 | 0.88 |
| 9 | 0.93 | 0.71 | 0.99 | 0.83 |
| 10 | 0.92 | 0.99 | 0.75 | 0.86 |
| Average | 0.95 | 0.89 | 0.92 | 0.89 |

CONCLUSION

- 본 연구에선 캡슐내시경 영상의 과잔여물 이미지를 분류하기 위해 이미지에서 색 통계 벡터를 추출하였다. 이미지를 크기가 다른 여러 단계로 잘라내고 RGB 색상별로 통계 정보를 추출하여, 계층적 색 통계 벡터를 생성하였으며 선형 SVM 기법을 적용하여 **과잔여물 이미지를 분류하는 기법을 제안**하였다.
- 제안한 기법은 캡슐내시경 영상 **학습의 전처리 과정**으로 활용되어, 학습을 위한 데이터 정제에 소요되는 시간을 감소시켜주고 학습의 성능을 향상시켜주는 효과를 기대할 수 있다.
- 향후에는 과잔여물 이미지를 포함한 여러 학습 노이즈 영상을 자동적으로 제거해주는 전처리 과정에 대한 연구를 진행할 계획이다.