

실험 세팅

➤ 데이터 구성

- 177명의 환자 데이터 (서울대 전체 데이터)
- Neoplastic : 100명, Non-neoplastic : 77명

➤ Train & Test Set

- 2,888장의 데이터셋
- Train Set : 141명(2256장)
- Test Set : 36명(632장)

➤ Input Image

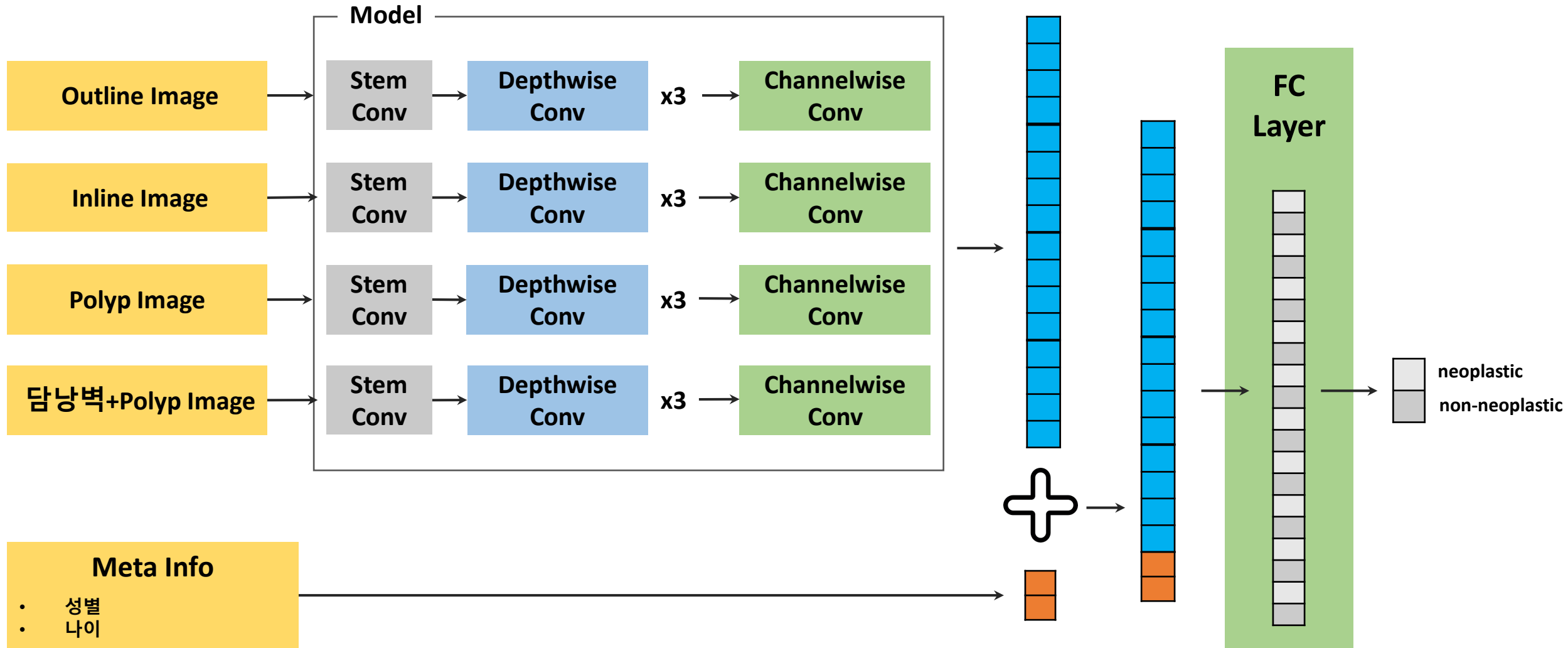
- Outline, Inline, Polyp, 담낭벽+Polyp 이미지

➤ 모델 구성

- 갑상선에서 사용한 모델을 담낭 용종 연구에 맞게 조정한 모델
- 데이터 불균형 문제를 해소하기 위한 Focal loss function 적용

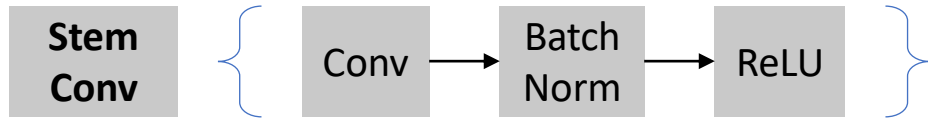
➤ 30번 반복 실험

모형 파이프 라인



모형 파이프 라인 설명

Stem Block



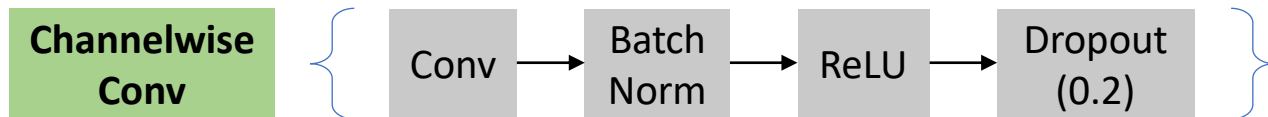
- Conv [kernel size = 3x3, stride = 2, padding = 1]

Depthwise Block



- 3x3 Conv [kernel size = 3, stride = 1, padding = 1]
- 1x1 Conv [kernel size = 1, stride = 1, padding = 0]

Channelwise Block



- Conv [kernel size & stride = Input image size, padding = 0]

Top-k Voting Method

➤ Top-k Voting Method

1. 모든 이미지 중 레이블 결정에 대한 영향 값 계산

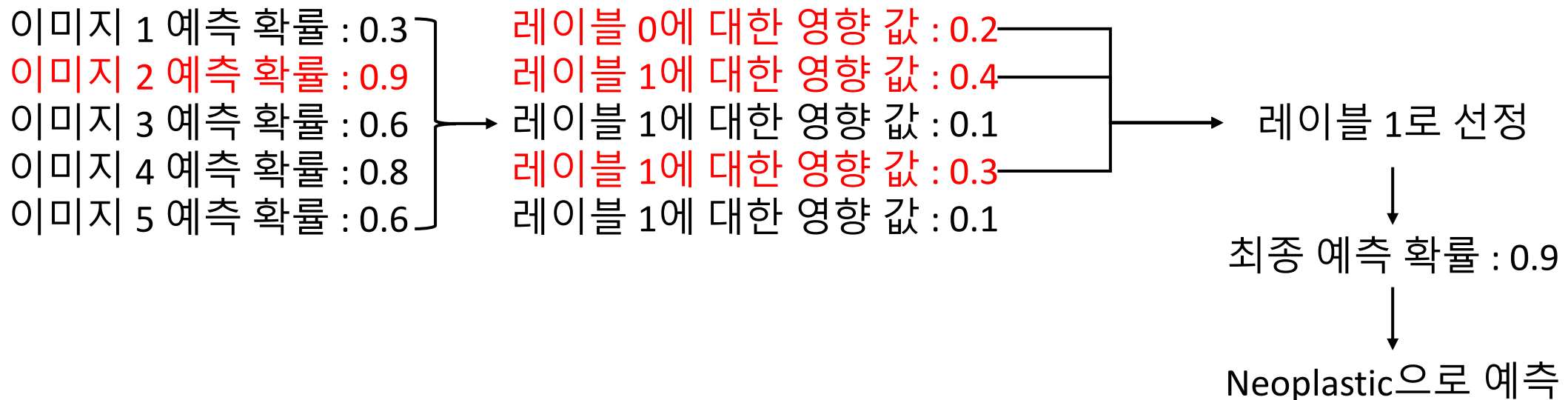
$$f = \begin{cases} |\hat{y} - 0.5| & \text{if } \hat{y} \geq 0.5 \\ |0.5 - \hat{y}| & \text{otherwise.} \end{cases}$$

2. 큰 영향을 미치는 이미지 k개를 선택
3. k개의 이미지에서 다수의 레이블에 대한 확률 값 중에서 가장 큰 값을 최종 결과값으로 선정

Top-k Voting Method Example

Top-3 방식) 환자 1명에 대해 5장의 이미지로 예측하는 경우

- 0 ~ 1의 확률 값을 가지고 0.5를 기준으로 0에 가까우면 Non-neoplastic, 1에 가까우면 Neoplastic
- 레이블에 대한 영향 값 계산
- 다수의 레이블 선정
- 선정 레이블의 확률 값 중 가장 큰 값을 최종 결과값으로 선정



➤ Soft Voting Method

➤ Soft Voting Method Process

- 모든 이미지에 대해 예측한 레이블 값의 예측 확률 평균을 구한 뒤 가장 확률이 높은 레이블 값을 최종 결과값으로 선정

Ex) 환자 1명에 대해 5장의 이미지를 예측하는 상황

- 0 ~ 1의 확률 값을 가지고 0.5 이상이면 1(Neoplastic)로 예측

이미지 1 예측 확률 : 0.3	}	→	평균 예측 확률 : 0.62	→	Neoplastic으로 판별
이미지 2 예측 확률 : 0.9					
이미지 3 예측 확률 : 0.6					
이미지 4 예측 확률 : 0.7					
이미지 5 예측 확률 : 0.6					

Vote Method Classification Performance Table

Table . Metrics with 95% confidence interval of five Images (▼/△ indicates that the corresponding method is significantly worse/better than Top-3 vote method based on paired t-test at 5% significance level).

Vote Method	Metrics	AUC Mean	95% CI		p-value
			Lower	Upper	
Top-3	AUC	0.925	0.909	0.940	
	Accuracy	0.844	0.821	0.867	
	Sensitivity	0.817	0.781	0.853	
	Specificity	0.877	0.830	0.924	
Top-5	AUC	0.924	0.909	0.939	0.959
	Accuracy	0.836	0.816	0.856	0.672
	Sensitivity	0.797	0.755	0.839	0.565
	Specificity	0.885	0.843	0.927	0.836
Top-10	AUC	0.923	0.908	0.938	0.900
	Accuracy	0.833	0.812	0.854	0.573
	Sensitivity	0.770	0.723	0.817	0.241
	Specificity	0.913	0.876	0.950	0.356

AUC, area under the curve; CI, confidence interval; NN, neural network. *: p-value < 0.01, **: p-value < 0.001

Vote Method Classification Performance Table

Table . Metrics with 95% confidence interval of five Images (▼/△ indicates that the corresponding method is significantly worse/better than Top-3 vote method based on paired t-test at 5% significance level).

Vote Method	Metrics	AUC Mean	95% CI		p-value
			Lower	Upper	
Top-3	AUC	0.925	0.909	0.940	
	Accuracy	0.844	0.821	0.867	
	Sensitivity	0.817	0.781	0.853	
	Specificity	0.877	0.830	0.924	
Soft	AUC	0.919	0.904	0.934	0.672
	Accuracy	0.825	0.802	0.848	0.368
	Sensitivity	0.733	0.683	0.783	0.077
	Specificity	0.940	0.912	0.968	0.116

AUC, area under the curve; CI, confidence interval; NN, neural network. *: p-value < 0.01, **: p-value < 0.001

Worst Predict Case Analysis

- 환자별 이미지에 대해서 잘못 예측한 결과 분석
- Neoplastic의 경우 예측 확률이 0.5 미만인 경우 / Non-neoplastic의 경우 예측 확률이 0.5 이상인 경우

Neoplastic

이미지 1 예측 확률 : 0.2

이미지 2 예측 확률 : 0.9

이미지 3 예측 확률 : 0.6

이미지 4 예측 확률 : 0.8

이미지 5 예측 확률 : 0.6

→ 이미지 1 예측 확률 : 0.2 → 잘못 예측한 결과

Non-neoplastic

이미지 1 예측 확률 : 0.3

이미지 2 예측 확률 : 0.1

이미지 3 예측 확률 : 0.2

이미지 4 예측 확률 : 0.4

이미지 5 예측 확률 : 0.8

→ 이미지 5 예측 확률 : 0.8 → 잘못 예측한 결과

Worst Predict Case Analysis

1. 담낭벽 + polyp에서 담낭벽이 끊어져 있는 형태

- 담낭벽이 끊어져 있는 경우 예측 확률이 가장 낮음

2. Polyp이 여러 개인 경우

- Multi-polyp에 대한 예측 확률이 낮음

3. Inline이 여러 개인 경우

- 대부분 하나의 inline으로 구성되어 있어서 여러 개의 경우 인식이 어려움

4. Inline에 polyp이 존재하는 경우

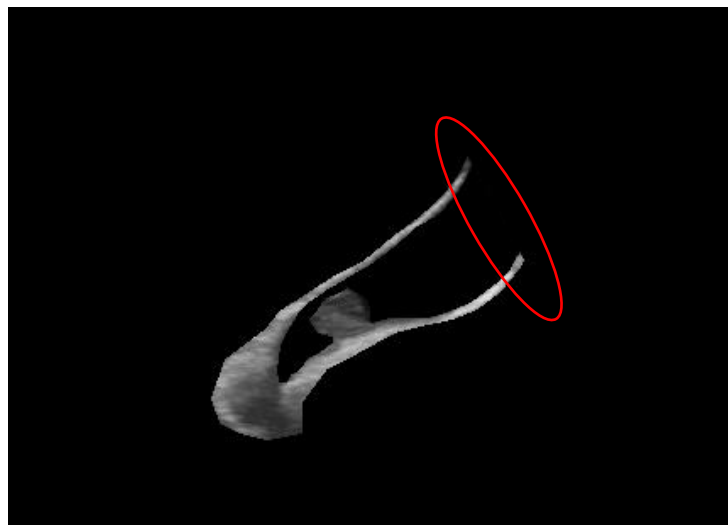
- Inline에 polyp이 포함되어 있는 경우 예측 확률이 낮음

5. 담낭벽과 polyp 구분이 어려운 경우

- 담낭벽과 polyp이 유사하여 구분이 어려움

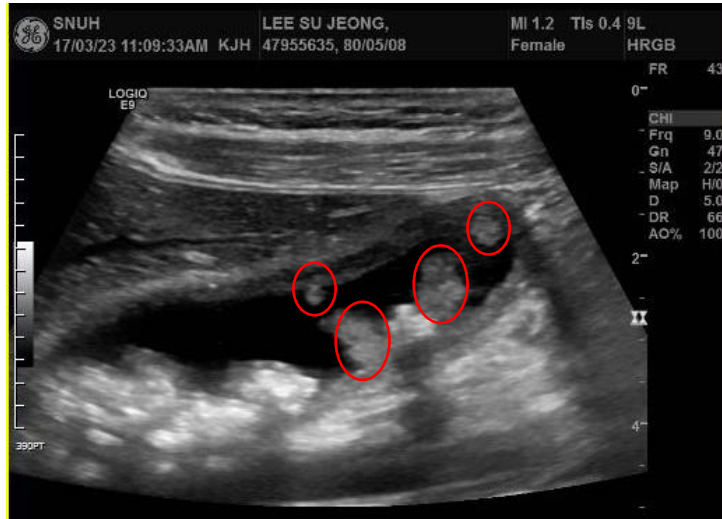
✓ 30번의 반복 실험 중 예측 확률이 낮은 이미지 유형 분석

1. 담낭벽 + polyp에서 담낭벽이 끊어져 있는 형태

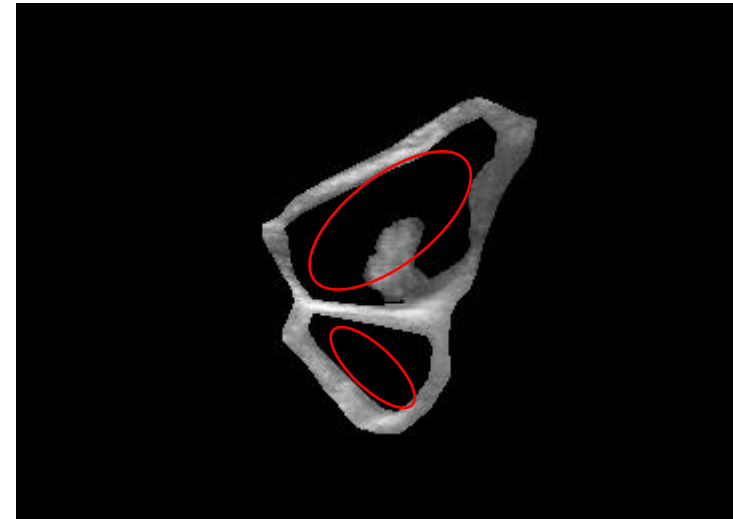
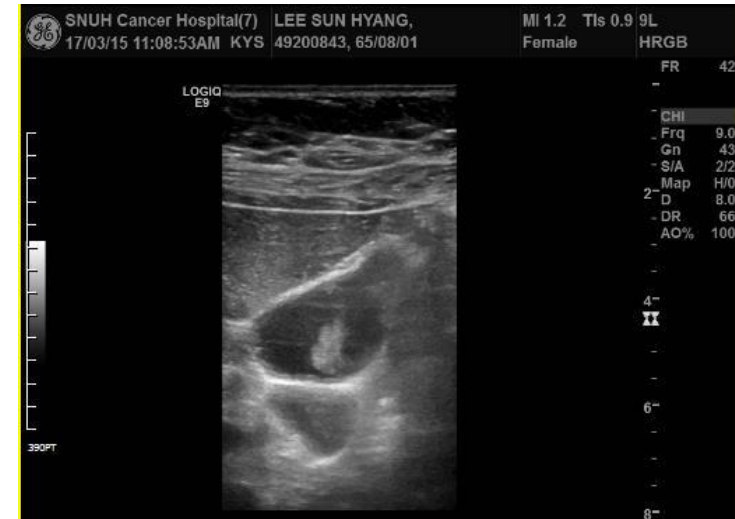


Worst Predict Case Analysis

2. Polyp이 여러 개인 경우

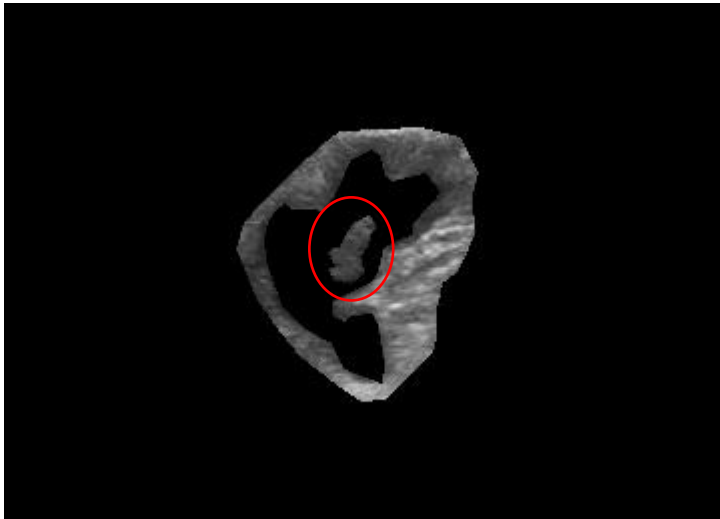


3. Inline이 여러 개인 경우



Worst Predict Case Analysis

4. Inline에 polyp이 존재하는 경우



5. 담낭벽과 polyp 구분 어려운 경우

