

Qualification Round

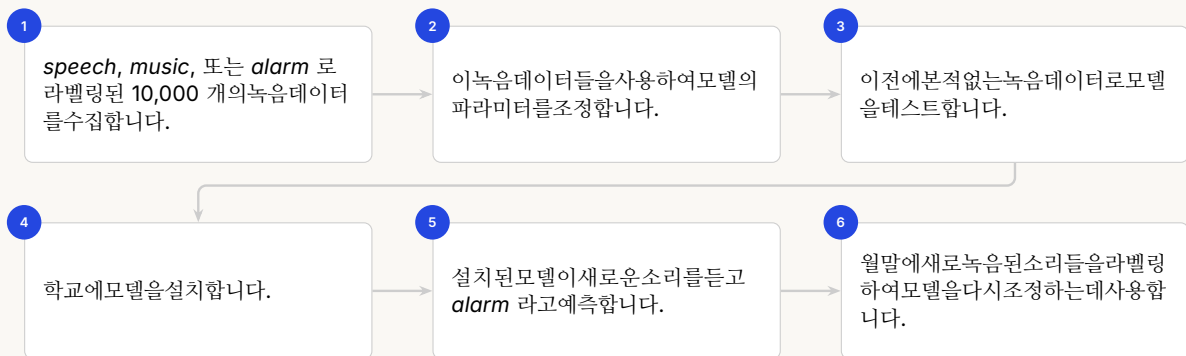
EDITION 2026



Problem A

[5 points]

소리인식시스템이아래에표시된 6 단계를통해개발됩니다.

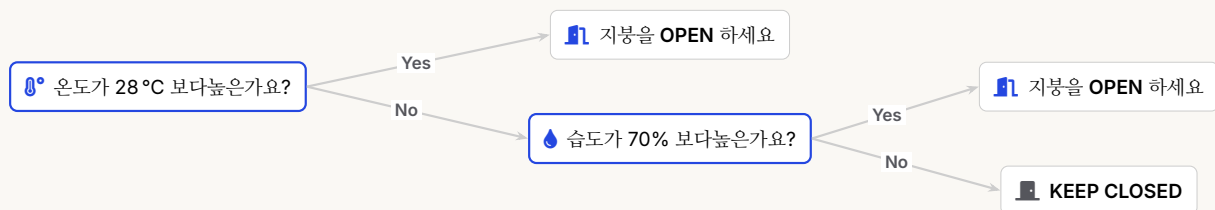


- (a) 각단계를 data collection, training, evaluation, deployment, 또는 inference 중하나로라벨링해봐. 한단계에여러개의라벨이붙을수도있어.
- (b) 시스템이실제로학습 (learning) 하는단계는언제일까? 여기서 '학습' 이무엇을의미하는지설명해줘.

Problem B

[5 points]

한온실은다음과같은의사결정나무 (decision tree) 를사용하여지붕을제어해:



- (a) 온도가 26 °C 이고습도가 68% 일때, 이나무가예측하는동작은무엇인가요?

(b) 새로운 CO₂ 센서가 설치되었고, 관리자는 현재 상태와 지붕이 취했어야 하는 동작을 함께 기록하기 시작했어:

Temperature	Humidity	CO ₂	Roof
31 °C	60%	700 ppm	OPEN
26 °C	75%	650 ppm	OPEN
25 °C	60%	800 ppm	KEEP CLOSED
27 °C	68%	1,100 ppm	KEEP CLOSED
24 °C	55%	1,400 ppm	OPEN
22 °C	50%	1,550 ppm	OPEN

로그에 기록된 모든 관측값을 정확하게 모델링할 수 있도록 의사결정 나무를 수정해봐.

Problem C

[5 points]

모델이 x 로부터 y 를 예측해. 학습 데이터는 다음과 같아:

x	0	1	2	3
y	1	3.2	4.8	7

두 가지 모델이 제안되었어:

$$M_1(x) = 0.2x^3 - 0.9x^2 + 2.9x + 1, \quad M_2(x) = 2x + 1.$$

모델의 점수는 다음을 사용하여 계산해:

$$J = \sum (y - \hat{y})^2 + \lambda \sum_i a_i^2,$$

여기서 두 번째 합산은 모델의 x , x^2 , x^3 계수들에 대해 수행돼.

(a) $\lambda = 1$ 일때, 각 모델의 점수 J 를 계산해봐. 점수 규칙은 어떤 모델을 선택할까?

(b) 어떤 모델이 학습 데이터에 더 잘 맞을까 (fit)? 그럼에도 불구하고 왜 점수 J 가 다른 모델을 선택하는지, 그리고 $\lambda \sum_i a_i^2$ 항의 역할은 무엇인지 설명해봐.

Problem D

[5 points]

언어 모델은 도움이 되고 인간의 선호도와 일치하는 것과 같은 원하는 특성에 출력이 더 잘 부합하도록 고정된 보상 (reward)을 최대화하도록 학습돼. 하지만 제약 조건이 없다면, 모델은 신뢰할 수 있는 시작점인 reference model로부터 멀리 drift되어, 진정으로 좋은 답변을 생성하기보다는 보상을 편법으로 얻는 법 (game the reward)을 배울 수 있어.¹

$t \geq 0$ 를 reference model로부터의 drift라고 하자. 보상이 rt 이고 drift penalty가 βt^2 라고 가정할 때, $r, \beta > 0$ 이야. 이때 발생하는 loss는

$$L(t) = -rt + \beta t^2.$$

이며, 학습 과정에서는 이를 최소화하는 t 값을 선택해. 실제 시스템에서는 보통 KL divergence를 사용하여 drift를 측정하지만, 여기서는 단순화를 위해 t^2 를 사용하기로 하자.

¹이것은 RLHF(reinforcement learning from human feedback)를 단순화하여 설명한 것이야. 입문을 원한다면 <https://huggingface.co/blog/rlhf> 등을 참고해봐.

- (a) loss 를최소화하는 shift t^* 와그때의 loss 값을구해봐.
- (b) $\beta \rightarrow 0$ 일때와 $\beta \rightarrow \infty$ 일때 t^* 는어떻게변할까? 각경우가언어모델에어떤의미를갖는지한두문장으로설명해줘.
- (c) 보상추정치 r 에는노이즈가있어. 엔지니어들은 $0 < r \leq r_{\max}$ 라는사실만알고있지. 이들은 r 이어떤값이되더라도 shift 가안전한계치인 T 아래로유지되기를원해. 이것이정확히 $\beta \geq \frac{r_{\max}}{2T}$ 일때보장된다는것을보여줘.
- (d) Problem C 에나온 $\lambda \sum_i a_i^2$ 항은여기서의 penalty term 인 βt^2 와어떤공통점이있을까?

Problem E

[5 points]

한단체에서네팔농촌지역의농부들을위해머신러닝시스템을도입하려고해. 농부가작물에대한정보를제공하면, 시스템은관수를할지, 처리를할지, 기다릴지, 아니면전문가에게연락할지를추천해주는방식이야. 이단체는 ChatGPT, Claude, 또는 Gemini 와같은기성대규모언어모델 (LLM) 을배포하고싶어해. 이시스템을도입할때얻을수있는세가지기회와세가지위험요소에대해논의해봐.



참여안내

- ✓ 풀이과정은종이에직접손으로쓰거나컴퓨터로타이핑해서작성해줘.
- ✓ 웹사이트에안내된마감기한까지온라인으로풀이를제출해줘.
웹사이트: <https://imlco.org/submission>
- ✓ 풀이문서에문제내용을따로포함할필요는없어.
- ✓ 만점을받으려면풀이과정을상세히보여줘야해. 만점: 25.
- ✓ 각문제에번호를명확히표시하고, 최종정답을강조해줘.
- ✓ Pre-Final Round 에진출하려면 Junior/Youth/Senior 그룹에따라최소 15/17/20 점이상을받아야해. 자세한내용은 <https://imlco.org/age-groups> 를확인해줘.
- ✓ 궁금한점이있다면다음으로문의해줘: info@imlco.org