

Qualification Round

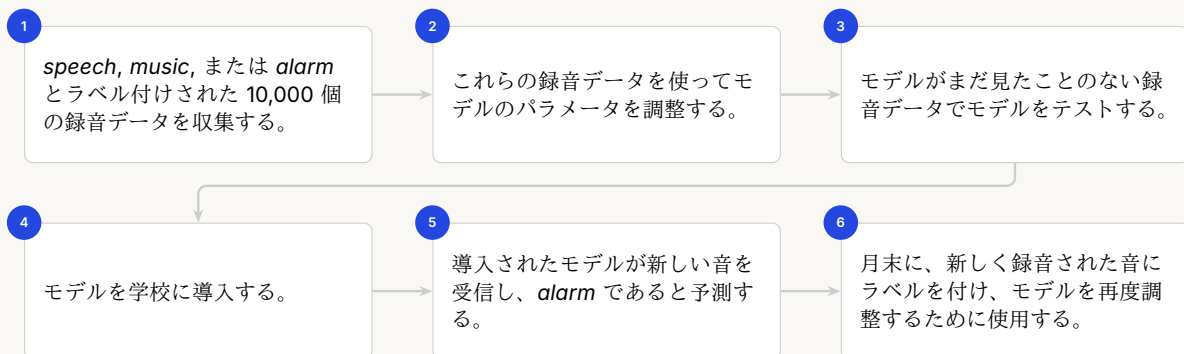
EDITION 2026



Problem A

[5 points]

音響認識システムが、以下の 6 つのステップを通じて開発されます。

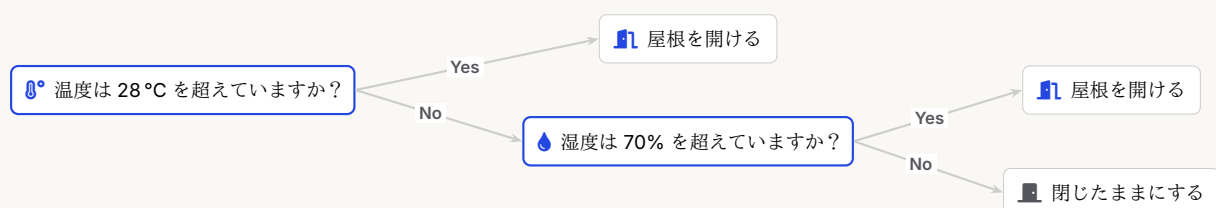


- (a) 各ステップを、**data collection**、**training**、**evaluation**、**deployment**、または **inference** のいずれかとしてラベル付けして。1つのステップに複数のラベルを付けてもいいよ。
- (b) システムが実際に「学習」しているのはどのステップかな？ここでの「学習」が何を意味するのか説明してね。

Problem B

[5 points]

ある温室では、次の決定木を使って屋根を制御しています：



- (a) 温度が 26°C、湿度が 68% のとき、この決定木はどのようなアクションを予測しますか？

- (b) 新しい CO₂ センサーが設置され、管理者は条件と、その時に屋根がどうすべきだったかの記録を付け始めました：

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

ログにあるすべての観測結果を正しくモデル化できるように、決定木を調整してください。

Problem C

[5 points]

あるモデルが x から y を予測します。学習データは以下の通りです：

x	0	1	2	3
y	1	3.2	4.8	7

2 つのモデルが提案されています：

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

モデルのスコアは次のように計算されます：

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

ここで、2 番目の和はモデルの係数 x, x^2, x^3 にわたって計算されます。

- (a) $\lambda = 1$ のとき、それぞれのモデルのスコア J を計算してね。スコアリングルールではどちらのモデルが選ばれるかな？
- (b) どちらのモデルの方が学習データによくフィットしているかな？それなのに、なぜスコア J ではもう一方のモデルが選ばれるのか、そして $\lambda \sum_i a_i^2$ という項にはどんな役割があるのか説明してみてね。

Problem D

[5 points]

言語モデルは、出力が「役に立つ」ことや「人間の好みに沿っている」ことなど、望ましい特性により良く一致するように、固定された報酬を最大化するよう訓練されるよ。でも、制約がないと、モデルは信頼できる出発点であるリファレンスモデルから大きくドリフト（逸脱）してしまい、本当に良い回答を作るのではなく、報酬をハックすること（reward gaming）を覚えてしまうかもしれないよ。¹

¹これは RLHF（人間からのフィードバックによる強化学習）を簡略化した説明だよ。導入については、例えば <https://huggingface.co/blog/rlhf> を見てね。

$t \geq 0$ をリファレンスモデルからのドリフトの大きさとするよ。報酬を rt 、ドリフトへのペナルティを βt^2 とし、 $r, \beta > 0$ とするね。その結果得られる損失 (loss) は次のようになるよ。

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

そして、訓練ではこの値を最小化する t の値が選ばれるんだ。実際のシステムでは、ドリフトは通常 KL ダイバージェンスを使って測定されるけど、ここでは簡略化のために t^2 を使うよ。

- (a) 損失を最小化するシフト t^* と、その時の損失の値を求めよう。
- (b) $\beta \rightarrow 0$ のとき、および $\beta \rightarrow \infty$ のとき、 t^* はどうなるかな？それぞれのケースが言語モデルにとって何を意味するのか、1、2 文で説明してみてね。
- (c) 報酬の推定値 r にはノイズがあるとするよ。エンジニアたちは $0 < r \leq r_{\max}$ であることしか分かっていないんだ。彼らは、 r がどのような値になっても、シフトが安全限界 T を下回るようにしたいと考えているよ。これが $\beta \geq \frac{r_{\max}}{2T}$ のときにのみ確実に保証されることを示そう。
- (d) Problem C に出てきた項 $\lambda \sum_i a_i^2$ は、ここでのペナルティ項 βt^2 と何が共通しているかな？

Problem E

[5 points]

ある組織が、ネパールの農村部の農家向けに機械学習システムを導入しようとしています。農家が作物に関する情報を提供すると、システムが「灌漑を行う」「薬剤を散布する」「待機する」「専門家に相談する」といった推奨事項を提示します。この組織は、ChatGPT、Claude、Gemini のような既存の大型言語モデル (LLM) を活用したいと考えています。このシステムを導入することによる 3 つのメリット (機会) と 3 つのリスクについて論じなさい。



参加方法

- ✓ 解答は紙に手書きするか、コンピュータで入力して作成してね。
- ✓ ウェブサイトに記載されている期限までに、オンラインで解答を提出してね。
ウェブサイト: <https://imlco.org/submission>
- ✓ 解答書類に問題文を含める必要はないよ。
- ✓ 満点をもらうためには、計算過程もしっかり書いてね。最大得点: **25**。
- ✓ 各問題に分かりやすく番号を振り、最終的な答えを強調してね。
- ✓ Pre-Final Round に進むには、Junior/Youth/Senior の各カテゴリーで少なくとも **15/17/20** 点を取

る必要があるよ。詳細は <https://imlco.org/age-groups> を見てね。

✓ もし質問があれば、こちらまで連絡してね: info@imlco.org