

確率ロボティクス 試験

学籍番号	
氏名	

諸注意

- 解答は指示のない限り各問題右の枠内に記入のこと。
- 60点満点です。配点は解答欄が2つある問題は1問正解で1点、2問正解で3点です。論述問題は30点です。ただし、全体の点数を見て得点調整して成績に反映する可能性があります。
- 講義資料に載っていないような選択肢もありますが、他の選択肢から真偽を見極めてください。
- 持ち込みは不可とします。

問題 1

Monte Carlo localization について、間違った記述をしているものを2つ選択してください。

1. パーティクルの動きはロボットの動きのシミュレーションになっている。
2. センサ情報をパーティクルに反映するためにベイズの定理が用いられる。
3. パーティクルの変数はロボットの姿勢と重みと地図である。
4. センサ情報の雑音がポアソン分布に従うことが利用条件となる。
5. 重みの偏りを修正するためのリサンプリングというプロセスがある。

問題 1 一個目	3
問題 1 二個目	4

問題 2

ベイズの定理として正しい式を2つ選んでください。記号の定義等は教科書や講義の内容に準じます。

$$1. P(A|B) = \frac{P(A)P(A|B)}{P(B)}$$

$$2. P(A|B) = \frac{P(A)P(A, B)}{P(B)}$$

$$3. P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$

$$4. P(A|B) = \eta^{-1}P(B|A)P(A) \quad (\eta = \sum_{A'} P(B|A')P(A'))$$

$$5. P(A|B) = \eta^{-1}P(A)P(A|B) \quad (\eta = \sum_{A'} P(B|A')P(A'))$$

問題 2 一個目	3
問題 2 二個目	4

問題3

カルマンフィルタに対する説明として正しいものを2つ選択してください。

1. ロボットの動きは線形性を満たすため、カルマンフィルタが適用できる。
2. ガウス分布同士の乗算が、指数部の足し算になる性質を利用している。
3. パーティクルフィルタと比較して高速に動作する。
4. 壁などの障害物に対しては特別な確率分布が使える。
5. 逆行列の計算が出てこないのが高速である。

問題3 一個目	2
問題3 二個目	3

問題4

確率の演算について、間違っているものを2つ選んでください。記号等の使い方は教科書に準じます。

1. $P(x, y) = P(y|x)P(y)$
2. $P(x, y) = P(x|y)P(y)$
3. $P(x, y) = P(y|x)P(x)$
4. $P(x) = \sum_y P(x, y)$
5. $P(x) = \sum_y P(x|y)$

問題4 一個目	1
問題4 二個目	5

問題5

価値反復についての説明として不適切なものを2つ選択してください。

1. ある最適制御問題において、全ての状態遷移確率が既知のときに適用できる。
2. ある状態の価値を更新する時の計算には、ベルマン方程式の性質を利用する。
3. 一般に、終端状態の価値は計算中、固定しておく。
4. 全状態の価値の更新を100回ほど行くと収束する。
5. 価値反復を行う前に設定する価値の初期値は、必ず収束して得られる価値よりも高く設定しておく必要がある。

問題5 一個目	4
問題5 二個目	5

問題 6

FastSLAM に登場する演算について、正しいものを 2 つ選んでください。記号等の使い方は教科書に準じます。

1. $p(\mathbf{x}_t, \mathbf{m} | \mathbf{x}_0, \mathbf{u}_{1:t}, \mathbf{z}_{1:t}) = p(\mathbf{x}_{1:t} | \mathbf{x}_0, \mathbf{u}_{1:t}, \mathbf{z}_{1:t})p(\mathbf{m} | \mathbf{x}_{0:t}, \mathbf{z}_{1:t})$
2. $p(\mathbf{x}_{1:t}, \mathbf{m} | \mathbf{x}_0, \mathbf{u}_{1:t}, \mathbf{z}_{1:t}) = p(\mathbf{x}_{1:t} | \mathbf{x}_0, \mathbf{u}_{1:t}, \mathbf{z}_{1:t})p(\mathbf{m} | \mathbf{x}_{0:t}, \mathbf{z}_{1:t})$
3. $p(\mathbf{x}_{1:t}, \mathbf{m} | \mathbf{x}_0, \mathbf{u}_{1:t}, \mathbf{z}_{1:t}) = p(\mathbf{x}_t | \mathbf{x}_0, \mathbf{u}_{1:t}, \mathbf{z}_{1:t})p(\mathbf{m} | \mathbf{x}_t, \mathbf{z}_{1:t})$
4. $p(\mathbf{x}_{1:t}, \mathbf{m} | \mathbf{x}_0, \mathbf{u}_{1:t}, \mathbf{z}_{1:t-1}) = p(\mathbf{z}_t | \mathbf{x}_0, \mathbf{u}_{1:t})p(\mathbf{m} | \mathbf{x}_{0:t})$
5. $p(\mathbf{x}_{1:t} | \mathbf{x}_0, \mathbf{u}_{1:t}, \mathbf{z}_{1:t-1}) = p(\mathbf{x}_t | \mathbf{u}_t, \mathbf{x}_{t-1})p(\mathbf{x}_{1:t-1} | \mathbf{x}_0, \mathbf{u}_{1:t-1}, \mathbf{z}_{1:t-1})$

問題 6 一個目	2
問題 6 二個目	5

問題 7

FastSLAM の説明として不適切なものを 2 つ選択してください。

1. ロボットが動作している時に逐次的に地図を作っていく。
2. 地図は姿勢に対するパーティクルと切り離され、地図専用のパーティクルフィルタが実行される。
3. 高速な逆行列計算ライブラリが必要となる。
4. FastSLAM は、パーティクルフィルタを SLAM に適用したものである。
5. 一つのセンサ情報が重みの更新と地図の更新の両方に利用される。

問題 7 一個目	2
問題 7 二個目	3

問題 8

ロボットに確率論が導入されてきた歴史について、間違っているものを 2 つ選んでください。

1. ロボットの行動する環境は複雑で様々なことが起こるため、偶発的な事象を扱う必要があった。
2. 計算機の性能が向上し、様々な確率分布を扱えるようになったため、ここ 20 年で確率ロボティクスの研究が進んだ。
3. センサの性能が向上した現在、確率モデルを利用するアルゴリズムはあまり用いられていない。
4. 頻度主義の観点、人工知能が様々な考えを持たせるために都合で、次第にロボット工学者に受け入れられるようになった。
5. カルマンフィルタは 60 年代にアポロ計画で用いられ、その後ロボットでも用いられるようになった。

問題 8 一個目	3
問題 8 二個目	4

問題 9

多次元ガウス分布の説明として不適切なものを 2 つ選択してください。

1. 95 年ごろに PC が普及して機器への利用が可能となった。
2. 多次元なので、分布の中心を複数持つ。
3. 多くの雑音に従う分布である。
4. 同じ空間で定義される多次元ガウス分布同士をかけても多次元ガウス分布となる。
5. graph-based SLAM などでも利用される。

問題 9 一個目	1
問題 9 二個目	2

問題 10

講義で説明した graph-based SLAM のアルゴリズムについて不適切な説明を 2 つ選択してください。

1. 各時刻のロボットの姿勢に関する拘束条件を与えるグラフを作り、最小二乗法を解いてロボットの各時刻の姿勢を求めるものである。
2. オフライン手法であるのでパーティクルの数を多くすることが可能となる。
3. 複数のセンサ情報の統合を精度行列の積で計算できる性質を利用している。
4. デッドレコニングのログとセンサ計測のログがあれば、地図を作る際にロボットの計算機で地図を計算する必要はない。
5. 基本的に線形化が必要である。

問題 10 一個目	2
問題 10 二個目	3

問題 11

次のアルゴリズムのうちのいずれか 1 つを、数式や図表等、表現はなんでも良いので裏のページを使って説明してください。

- Monte Carlo localization
- カルマンフィルタ
- 価値反復
- Sarsa
- Q 学習
- FastSLAM
- graph-based SLAM