

# 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。
- 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。課題の点数が 30 点満点なので、70 点に正規化します。
- 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

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. 確率ロボティクス分野、船舶の航海術に由来する用語が多く見られる。
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. パーティクルフィルタがロボットで利用されるようになった理由は、ロボットに関する不確かさの多くが正規分布でモデル化できることが背景にある。
4. センサの性能が向上し、確率モデルを利用するアルゴリズムは廃れつつある。
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 1 一個目	
問題 1 二個目	

## 問題 2

ベイズの定理を用いた自己位置推定について適切な説明を 2 つ選んでください。

1. ベイズの定理は、例えば気温の情報から位置を推定する等、直接関係のない情報から推定を行うときに利用できる。
2. ベイズの定理を用いて計算を行うと、事後分布が必ず正規分布になる。
3. 一つのセンサには一つの尤度関数しか利用できない。
4. 一般に、同じセンサ値を複数回、ベイズの定理で信念に反映すると自己位置推定に悪い影響が発生する。
5. ロボットに用いられるセンサの多くは、互いに近い時間で得られたセンサ値の雑音が同じ傾向を持たないように配慮されている。

問題 2 一個目	
問題 2 二個目	

## 問題 3

パーティクルフィルタのリサンプリング、リセット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. 適切にサンプリング手法を選んで実装すると、パーティクルの数  $N$  に対して  $O(N)$  でリサンプリングができる。
2. リサンプリングにはセンサ情報の反映によって偏ったパーティクルの重みを均等にならす働きがある。
3. センサの値に頻繁に大きな雑音が生じる時は、センサリセットの適用をまず第一に考える。
4. リサンプリングを行うと、一般にパーティクルの分布は拡大する。
5. 膨張リセットでは、リセット前の信念の情報の一部がリセット後も残る。

問題 3 一個目	
問題 3 二個目	

## 問題 4

有限マルコフ決定過程に対する説明として間違っているものを 2 つ選択してください。

1. ある状態からある行動をとった時の遷移先の状態は一意に決まらないが、ある状態へ遷移する確率は既知として扱われる。
2. あるタスクが適切に定義される時、各状態について、そのタスクに対する「価値」が存在する。
3. ある状態からある状態への遷移確率は、時間と共に変化する。
4. あるタスクが適切に定義される時、ある状態に対してとるべき最適な行動は、その状態と前にいた状態で決定される。
5. ロボットの問題を有限マルコフ決定過程で定式化すると、その状態数の大きさがしばしば問題となる。

問題 4 一個目	
問題 4 二個目	

## 問題 5

価値反復についての説明として適切なものを 2 つ選択してください。

1. あるタスクに対し、各状態の価値を求める手法である。
2. 全状態の価値の更新を 5 回ほど行くと収束する。
3. ある状態の価値を更新する時の計算には、その状態自身の更新前の価値と遷移先の状態の価値、状態遷移に対する報酬が用いられる。
4. 一般に、終端状態の価値は計算中、固定しておく。
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低く設定しておく必要がある。

問題 5 一個目	
問題 5 二個目	

## 問題 6

強化学習とその手法群の説明として適切なものを 2 つ選択してください。

1. 価値反復とは別の方法で状態が定義される。
2. 状態遷移の統計的性質は、一般に未知なものとして扱われる。
3. Sarsa では遷移後の状態で最適な行動をした時の行動価値を使って価値の更新計算が行われる。
4. 強化学習を用いると、価値反復より少ない計算量で最適方策が得られる。
5. Q 学習では、 $\epsilon$ -グリーディ方策を使っても、価値の計算の際に非グリーディな行動の影響を受けない。

問題 6 一個目	
問題 6 二個目	

## 問題 7

部分観測マルコフ決定過程についての説明として間違っているものを 2 つ選んでください。

1. マルコフ決定過程を、状態が自明でない場合、つまり状態推定が必要な場合に拡張した問題に相当する。
2. 方策は信念に対して与えられる。
3. パーティクルフィルタのパーティクルの分布をそのまま入力として行動決定する手法が存在する。
4. 自律型ロボットが協調して仕事をするときは、ほぼこの問題として定式化できる。
5. 部分観測マルコフ決定過程の枠組みでは、移動ロボットに正確なセンサ情報を得られる行動を選択させるようなアクティブなセンシング戦略を生成することは不可能である。

問題 7 一個目	
問題 7 二個目	

## 問題 8

SLAM の説明として不適切なものを 2 つ選択してください。

1. FastSLAM は、パーティクルフィルタを SLAM に適用したものである。
2. 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手法と、ロボットがとったログを元に後から地図を作成する手法が存在する。
3. 占有格子地図ベースの手法ではしばしば、確率でなく対数オッズがセルに記述される。
4. GraphSLAM は、カルマンフィルタを SLAM に適用したものである。
5. 占有格子地図ベースの手法は、すべてオフライン手法に属し、最大事後確率推定が用いられる。

問題 8 一個目	
問題 8 二個目	

## 問題 9

FastSLAM についての説明として適切なものを 2 つ選択してください。

1. Rao-Blackwellization という方法によって、自己位置推定の問題と地図の推定問題を分けることで問題を解きやすくした手法である。
2. ロボットが移動した際には、移動の雑音がパーティクルの姿勢に反映される。
3. 自己位置推定と異なり、パーティクルの数を多くしても良い結果は得られない。
4. 点ランドマークベースの FastSLAM は、情報フィルタとパーティクルフィルタを組み合わせたものである。
5. 各パーティクルは、変数として重みと姿勢を持ち、地図は別の仕組みで管理されるため持たない。

問題 9 一個目	
問題 9 二個目	

## 問題 10

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

1. ロボットの移動、ランドマーク観測の際の情報行列の更新には毎回、情報行列の逆行例計算が必要となる。
2. 拡張カルマンフィルタを用いた手法である。
3. センサ情報を得た姿勢に対して互いの相対姿勢をセンサ情報から求め、不確かさの情報と共に情報行列などに登録して行き、登録された情報を最もよく説明する姿勢の遷移を求めた後、地図を求める。
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. 基本的に線形化は不要である。

問題 10 一個目	
問題 10 二個目	

## 問題 11

パーティクルフィルタを用いた自己位置推定のアルゴリズムを、数式や図表等、表現はなんでも良いのでこのページ内（足りない場合にはこのページの裏も使用可）に説明してください。