

画像情報処理 試験問題(2013/2/8)

学籍番号

氏名

1. カメラを構成する要素について、左右の対応するもの同士の・を線で結べ。

- | | |
|------------|------------------|
| 焦点距離の長いレンズ | 明るい(露光量の多い)レンズ |
| 焦点距離の短いレンズ | 暗い(露光量の少ない)レンズ |
| F値の大きなレンズ | 望遠レンズ |
| F値の小さなレンズ | 広角レンズ |
| CMOS型撮像素子 | ベイヤー配列 |
| CCD型撮像素子 | 色分解プリズム |
| 単板式カラーカメラ | 動体が歪んで撮影されるものが多い |
| 3板式カラーカメラ | 消費電力が比較的大きい |

2. カメラに関する次の文章のうち、空欄□に適切な語句を埋めよ。

- F値が5.6, 露光時間が1/30秒のカメラで撮影したとき適正露出となるシーンに対し、F値を4に変更すると、露光時間を $\frac{1}{60}$ 秒にすれば適正露出が保たれる。
- 焦点距離が100mmのレンズを装着したカメラで、レンズを無限遠にピントが合う位置から50mm前進させた(つまり、撮像素子とレンズの間の距離を50mm大きくした。)このとき、レンズからピントが合う物体までの距離は 300 mmになる。

(以下計算用余白)

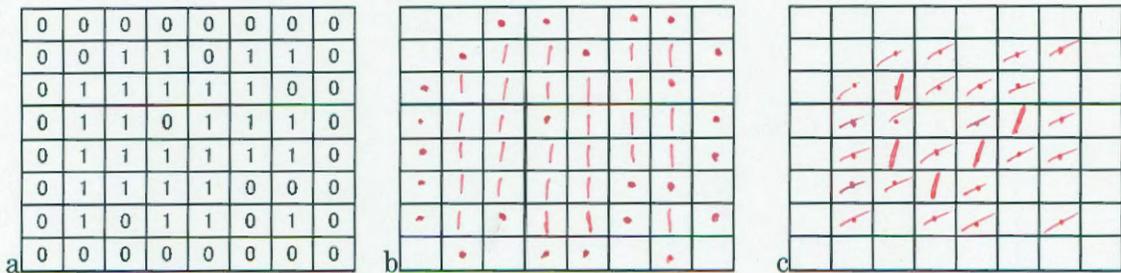
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

$$\frac{1}{100} = \frac{1}{a} + \frac{1}{100+50}$$

$$a = 300$$

3. 二値画像処理について、以下の間に答えよ。ただし、隣接している画素は、ある画素に対し上下左右の4画素であるとし(4-近傍型)、また枠外の画素の画素値は0であるとする。

- aを膨張した画像をbに、収縮した画像をcに記せ。



- 以下の処理と効果のうち、正しい関係同士の・を線で結べ。

- | | | |
|--------------|---|---------------|
| 膨張してから収縮する処理 | → | 穴を埋める効果 |
| 収縮してから膨張する処理 | → | 突起や孤立点を消去する効果 |

4. 以下の二値画像について、4-近傍型のオイラー数を計算したい。以下の指示に従い下線部を埋めよ。

- a の二値画像の1の領域について、左右2接続を全て○で囲み、その総数を求めよ。また、b (aと同じ画像) については上下2接続を全て○で囲み、その総数を求めよ。

0	1	0	0	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	0	1	1	1	0
1	0	1	1	0	0	1	0
0	1	1	1	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	1
0	0	1	1	1	0	0	1

0	1	0	0	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	0	1	1	1	0
1	0	1	1	0	0	1	0
0	1	1	1	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	1
0	0	1	1	1	0	0	1

左右2接続の個数 17

上下2接続の個数 21

- c (aと同じ) について、4接続 (田の字) を○で囲み、4接続と1の画素の総数を求めよ。

0	1	0	0	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	0	1	1	1	0
1	0	1	1	0	0	1	0
0	1	1	1	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	1
0	0	1	1	1	0	0	1

4接続の個数 4

1の画素の数 36

- 接続数の加減算 $36 - 17 - 21 + 4$ により、オイラー数は 2 になる。

- d (aと同じ) について、連結領域 (4-近傍型) を線で囲み、また、それによって囲まれる穴の領域を1つずつ線で囲め。そして、連結領域の個数と、穴の個数を求めよ。

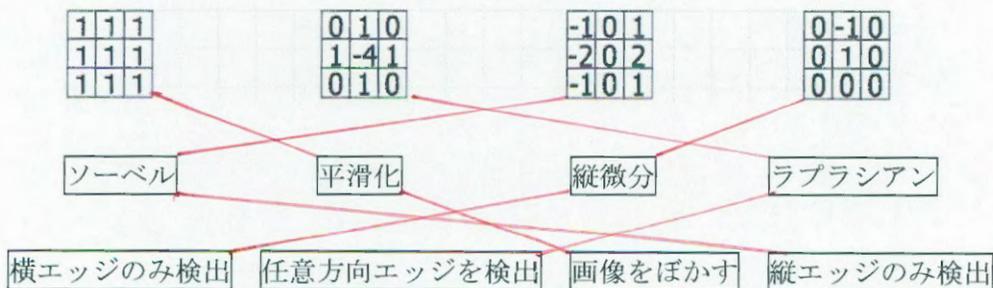
0	1	0	0	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	0	1	1	1	0
1	0	1	1	0	0	1	0
0	1	1	1	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	1
0	0	1	1	1	0	0	1

連結領域の数 4

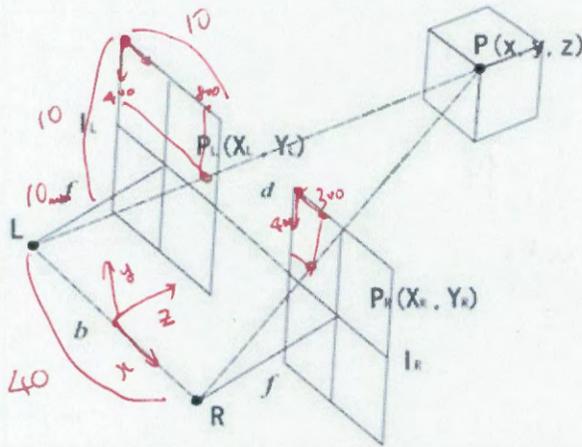
穴の数 2

連結領域の数-穴の数 2

5. フィルタ処理のオペレータについて、関連するものどうしを線で結べ。



6. 以下のステレオカメラにおいて、点Pの座標 (x,y,z) を求めたい。下線部を埋めよ。



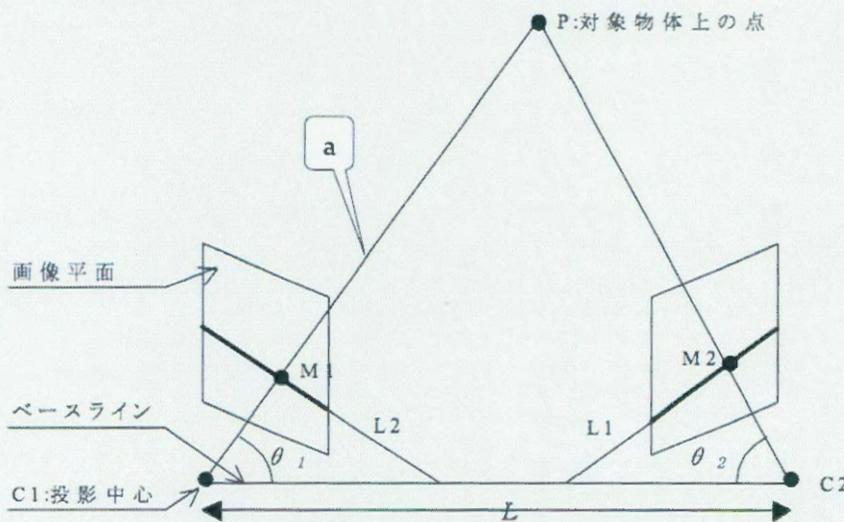
$$x = \frac{x_L + x_R}{2} \frac{L}{x_L - x_R} = \frac{3 + (-2)}{2} \frac{40}{3 - (-2)} = 8$$

$$y = \frac{y_L}{x_L - x_R} L = \frac{1}{3 - (-2)} \cdot 40 = 8$$

$$z = \frac{f}{x_L - x_R} L = \frac{10}{3 - (-2)} \cdot 40 = 80$$

- カメラのパラメータとして、焦点距離 $f=10\text{mm}$ 、撮像素子の大きさを縦・横ともに 10mm とする。また画面上の座標 (x_L, y_L) , (x_R, y_R) の原点は画像中心 (投影中心である点 L と点 R から画像面へ下ろした垂線の足) であるとする。また画面上の座標 (x_L, y_L) , (x_R, y_R) と世界座標 (x, y, z) の各軸は x_L, x_R, x 座標の正が図の右下方向, y_L, y_R, y 座標の正が上方向, z 座標の+が奥行き (右上) 方向であるとする (つまり上図で点 P の z 座標値は正である)。また基線長 L は 40mm であるとし、画像のサイズ (画素数) が 1000×1000 画素、画像の画素位置は左上が $(0,0)$ であるとする。
- 今、点 P が画像 I_L において画素位置 $(800, 400)$ に、また画像 I_R において画素位置 $(300, 400)$ に映っているとする。このとき、それぞれの像の位置は、画像中心から mm 単位で測ったとき、 $P_L(x_L, y_L)$, $P_R(x_R, y_R)$ はそれぞれ $P_L(3, 1)$, $P_R(-2, 1)$ である。
- 上の式から点 $P(x, y, z)$ の座標は $P(8, 8, 80)$ と計算できる。

7. 2台のカメラの関係を表した以下の図と文について、選択肢から用語を選び、下線部 (ア) ~ (カ) に埋めよ。また選択肢 () からは適切なものを1つ選び、○をつけよ。



- 図中の a は、観測点 $(C1 \cdot M1 \cdot M2)$ に対応する (ア) 視線 と呼ばれる。
- (ア) をカメラ C2 で撮影したときの像である直線 $(L1 \cdot L2)$ を、点 $(M1 \cdot M2)$ に対応する (イ) エピポラ線 と呼ぶ。

- 点 P, 投影中心 C1, C2 の 3 点によって張られる面を (ウ) エピポール面 と呼ぶ. 直線 L1 と L2 は, (ウ) と画像平面との (エ) 交線 なので, (ウ) が定まると L1 と L2 が同時に定まる.
- 一般に全ての (イ) は (並行・放射状) となり, それらが交わる点のことを (オ) エピポール という. ただし, 画像平面とベースラインが (カ) 並行 であるときを除く.

用語の選択肢

視線 光線 交線 並行 直角 エピポール エピポーラ線 エピポーラ面 回転面

8. 以下の空欄のうち に適切な語を埋め, (.) からは適切な語を選べ.
- 2 台のカメラを用いて被写体までの奥行きを求める ステレオ 法は, (光飛行時間測定法・三角測量法) の一種である.
 - 遠方の物体ほどカメラ画像上に小さく写るような変換を (射影変換・透視変換) と呼ぶ. この変換では, 対象物体上の 1 点と, それに対応する撮像素子上の 1 点を結ぶ直線は, すべて (投影中心・回転中心) を通ると考える.
 - 上記のような奥行きの効果や, 座標系の (平行移動・極座標変換) を行列の積により表現可能とする座標の表現方法を 同次座標 表現と呼ぶ. これを用いると, 世界座標中に設置した任意のピンホールカメラについて, 世界座標と画像座標の関係は 3 行 4 列 の行列で表すことができる. これを (a) カメラパラメータ と呼ぶ.
 - (a) にはカメラの画角や画像中心の画像中の位置に関する情報と, カメラの設置位置・角度に関する情報が含まれる. このようなカメラの設置位置・角度に関するパラメータを (内部・外部) パラメータと呼ぶ.
 - カメラが世界座標に対してどのような角度や位置に固定されているか, またレンズの焦点距離や撮像素子などの定数がどのような値であるかを直接計測することは簡単ではない. そこで, 世界座標系中の位置 (3 次元座標) が分かっている点が, 画像上のどの位置 (2 次元座標) に写っているのかを調べることで (a) を求める. これを キャリブレーション といい, 世界座標と画像座標の組が 6 点以上あれば求めることができる.
 - 世界座標 (X,Y,Z) と画像座標 (x,y) の関係の関係を表す (a) 行列が

$$h \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 2 & -1 & 1 \\ -1 & 2 & 4 & 3 \\ -2 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix}$$

で表されているとする. 世界座標の座標 (2, 1, 0), (3, 2, 2) は, それぞれ入力画像上のどの点に写るか. 座標を答えよ.

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & -1 & 1 \\ -1 & 2 & 4 & 3 \\ -2 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 9 \\ 3 \\ -3 \end{pmatrix} = -3 \begin{pmatrix} -3 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \underline{\underline{(-3, -1)}}$$

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & -1 & 1 \\ -1 & 2 & 4 & 3 \\ -2 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 12 \\ 12 \\ -4 \end{pmatrix} = -4 \begin{pmatrix} -3 \\ -3 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \underline{\underline{(-3, -3)}}$$