

- 以下の処理と効果のうち、正しい関係同士の・を線で結べ。
 領域拡張してから縮小する処理・ ・穴を埋める効果
 領域縮小してから拡張する処理・ ・突起や孤立点を消去する効果

3. 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。

a

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

b

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

左右2接続の個数_____

上下2接続の個数_____

- 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。

c

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

4接続の個数_____

1の画素の数_____

- 接続数の加減算_____により、オイラー数は_____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、穴の領域(8-近傍型)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。

d

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

連結領域の数_____

穴の数_____

連結領域の数-穴の数_____

4. 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。

1	1	1
1	1	1
1	1	1

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

0	-1	0
0	1	0
0	0	0

ラプラシアン

平滑化

縦微分

ソーベル

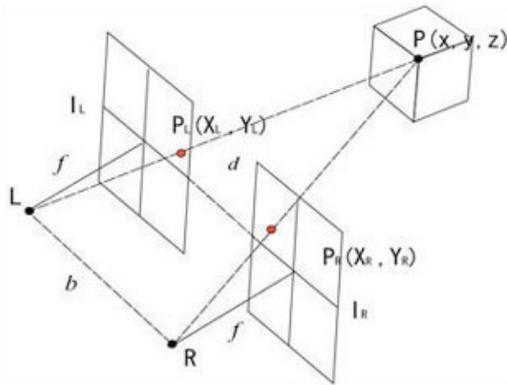
縦エッジのみ検出

任意方向エッジを検出

画像をぼかす

横エッジのみ検出

5. 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．



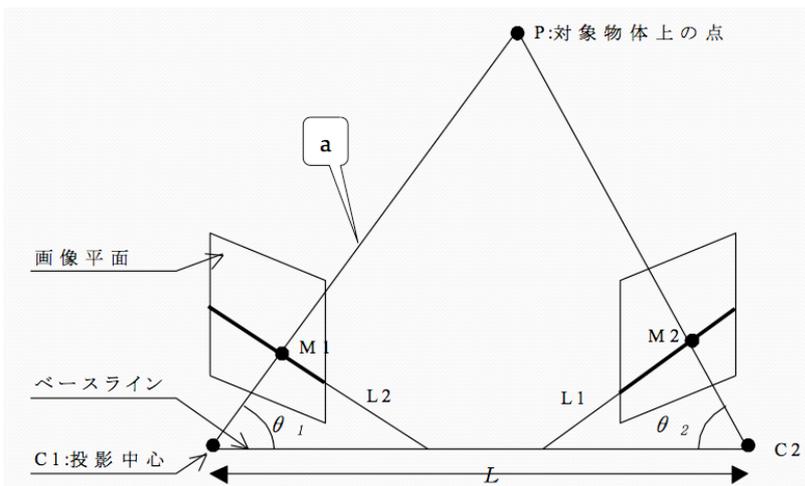
$$x = \frac{x_L + x_R}{2} \frac{L}{x_L - x_R}$$

$$y = y_L \frac{L}{x_L - x_R}$$

$$z = f \frac{L}{x_L - x_R}$$

- カメラのパラメータとして，焦点距離 $f=20\text{mm}$ ，撮像素子の大きさを縦・横ともに 10mm ，画像のサイズ（画素数）が 1000×1000 画素であるとし，画像中心（点 L と点 R から画像面 I_L, I_R へ下ろした垂線の足）は画像の中心であるとする．また，画像の画素位置は左上が $(0,0)$ であるとし，座標軸は X 座標の正が図の右下方向，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_L は第 1 象限， P_R は第 2 象限にあり，点 P の z 座標は正である）．また基線長 L は 20mm であるとする．
- 今，点 P が画像 I_L において画素位置 $(700,600)$ に，また画像 I_R において画素位置 $(500,600)$ 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 $P_L(\underline{\hspace{1cm}}, \underline{\hspace{1cm}})$ ， $P_R(\underline{\hspace{1cm}}, \underline{\hspace{1cm}})$ である．
- 上の式から点 $P(x,y,z)$ の座標は $P(\underline{\hspace{1cm}}, \underline{\hspace{1cm}}, \underline{\hspace{1cm}})$ と計算できる．

6. 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）～（エ）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 \boxed{a} は，カメラ C1 で観測した点 M1 に対応する（ア）視線 と呼ばれる．
- M1 に対応する（ア）をカメラ C2 で撮影したときの像である，直線 (L1・L2) を点 M1 に対応する（イ）エピ極線 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）エピ平面 と呼ぶ．直線 L1 と L2 は，（ウ）と画像平面との交線なので，（ウ）が定まると L1 と L2 が同時に定まる．つまり，直線

L1 に対し、(直線 L2・ベースライン) が直接的に対応付けられるということも出来る。

- 2枚の画像平面とベースラインが並行のとき、全ての (イ) は (並行・放射状) となる。そうでないときは全ての (イ) が1点で交わる。この1点のことを (エ) _____ という。

用語の選択肢

法線 視線 接線 エピポール エピポーラ線 エピポーラ面 回転面

7. 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。

- カメラで撮影される画像が2次元情報であるのに対し、実世界は3次元であるため、1枚の画像のみでは奥行きを求めることが難しい。そこで2台のカメラを用いて被写体までの奥行きを求める方法を 法と呼び、(光飛行時間測定法・三角測量法) の一種である。
- 光軸に対して垂直な平面上の図形の見かけの大きさは、カメラの投影中心から平面までの距離にする。このような変換を (一次変換・透視変換) と呼ぶ。
- レンズを用いず、小さな針穴を通して写真を撮影するカメラを (a) カメラと呼ぶ。このカメラでは、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、座標系の平行移動を可能とする座標の表現方法を 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 (a) カメラについて、世界座標と画像座標の関係は 行 列の行列で表すことが出来る。これを (b) と呼ぶ。
- (b) 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が含まれる。このようなカメラそのもの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 (b) を求める。これを といい、世界座標と画像座標の組が 点以上あれば求めることが出来る。
- 以下の問に答えよ。ただし、この2つの座標系の関係を表す (e) 行列が

$$h \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 5 & -1 & 2 \\ -2 & 1 & 4 & 5 \\ -2 & 1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix}$$

で表されているとする。

- 世界座標の原点(0,0,0)は、入力画像上のどの点に写るか。座標を答えよ。
- 世界座標の座標(1, 2, 0), (1, 1, 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。