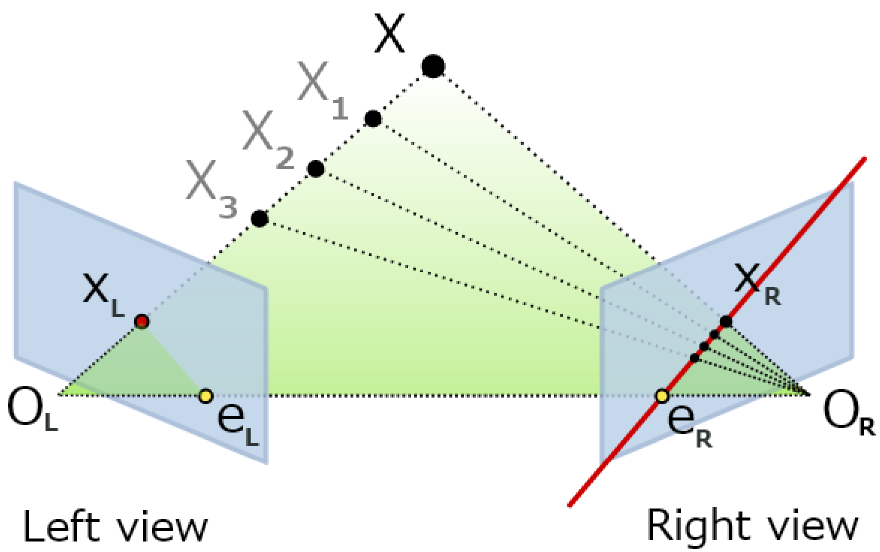
2020年10月21日

一般的な画像

一般的なカメラで撮影された写真は、3 次元空間を切り取って 2 次元に映し出すため、3 次元空間上に合った距離などの情報が失われる。よって、1 枚の写真からでは写っている object の 3 次元空間上の位置などを把握することができない。

エピポーラ



図はwikipediaより引用、文章はQiitaより引用

上の図は、物体 X を Left view と Right view の 2 つの視点にあるカメラで撮影しているところを表している。ここで、点 O_L と点 O_R はそれぞれのカメラの中心を示している。また、点 X、点 O_L、点 O_R の 3 点を結んでできる面を **エピポーラ面** という(図中の緑の領域)。

今、点 O_L から点 X にある物体を撮影した写真を見ているとする。
このとき、写真に写った物体 X は直線 O_L, X_L の延長線上に存在することはわかるが、その距離はわからない。

そこで、点 O_R から点 X にある物体を撮影した写真を使うことにする。
この写真では、直線 O_L, X_L の延長線上に存在しているはずの物体 X が、赤線上に見つけられる。この赤線を **エピポーラ線** と呼ぶ。

反対に、Right view においてエピポーラ線がわかれば、left view における 点 X_L の位置を見つけることができる。これを **エピポーラ拘束** という。

また、Left view と Right view の位置関係は **エピポール** によって把握することができる。エピポールとは、図における点 O_L と点 O_R とを結んだ直線上に存在する点 e_L と e_R のことである。エピポールは次の特徴を持つ。

- 左右それぞれの視点の中心を結ぶ直線とそれぞれの画像平面の交点に存在する。
- 全てのエピポーラ線が通る点である(そのため、複数のエピポーラ線の交点を探すことでも見つけることができる)。

エッジ点

画像の明度変化率が局所的に最大である場所(位置)のこと。

1 次元的な例

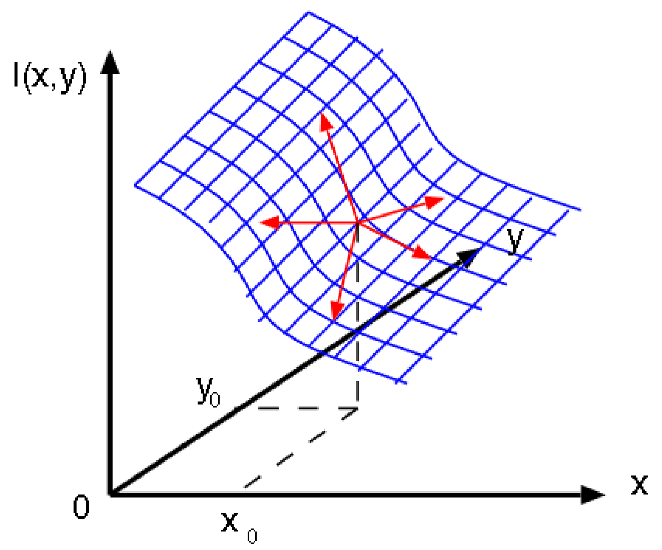
ある関数の「変化率」は、数学的に「1 次微分」で記述できる。そのため、エッジ点は画像の明度関数 $I(x)$ の一次微分が極値を持つ場所にあるということができる。すなわち、

$$x_0 = \max_{x \in N} \left[\frac{dI(x)}{dx} \right]$$

ここで、N は極値近傍領域のことであり、x_0 はエッジ点を表す。

2 次元の場合

画像の明度は 2 個の独立変数 (x, y) についての関数である。
従って、微分を計算するには、その方向を指定しなければならない。



画像はこのサイトより引用

微分の方向は、画像平面上のベクトルで表現することができる。

$$\vec{d} = \begin{pmatrix} d_x \\ d_y \end{pmatrix}$$

明度関数 $I(x, y)$ の 1 次微分の特別な場合は、「勾配ベクトル」として知られておりそのベクトルは x 方向および y 方向の微分

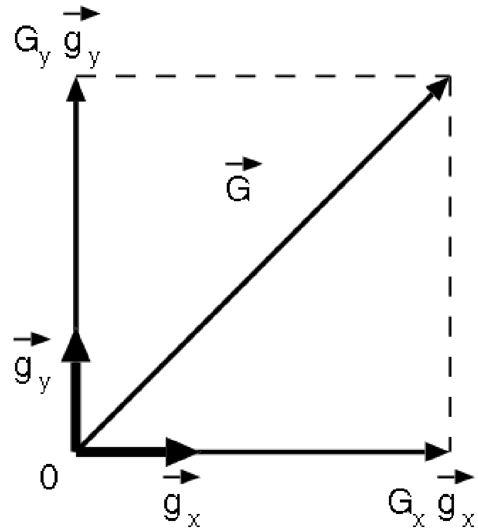
$$G_x(x, y) = \frac{\partial I(x, y)}{\partial x}$$

$$G_y(x, y) = \frac{\partial I(x, y)}{\partial y}$$

を用いて次のように表現できる。

$$\vec{G}(x, y) = G_x \cdot \vec{g}_x + G_y \cdot \vec{g}_y$$

ここで、g_x および g_y は次の図に示すように各方向の法線を表す。



先ほどの式とこの図より、位置 (x,y) における明度関数 $I(x,y)$ の勾配ベクトル $\vec{G}(x,y)$ は、明度関数 $I(x,y)$ の変化率が一番大きくなる方向 $\vec{d}_{max}$ に沿った 1 次微分を表している。

このことから、**エッジ点** とは、
明度関数 $I(x, y)$ の勾配ベクトルの絶対値 $||\vec{G}(x, y)||$ が局所的に最大となっている位置のことである。すなわち、

$$(x_E, y_E) = \max_{(x,y)\in N}\left[||\vec{G}(x, y)||\right]$$

ここで、(x_E, y_E) はエッジ点の位置を表す。

また、**勾配ベクトルの大きさ**は

$$||\vec{G}(x, y)|| = \sqrt{G_x(x, y)^2 + G_y(x, y)^2}$$

もしくは、次式で求められる。

$$||\vec{G}(x, y)|| = |G_x(x, y)| + |G_y(x, y)|$$

勾配ベクトルの方向は、次式で求められる。

$$\theta_G = \arctan\left(\frac{G_y(x, y)}{G_x(x, y)}\right)$$