



変調照明を用いた単一画像からの 光学移動量計測法

- 研究概要 -

特願2016-230388

1. 背景

物体の速度や加速度を計測する手法の1つにオプティカルフロー(光学移動量)がある。異なる時刻に撮影された2枚の画像を対応付けすることにより被写体の移動量を推定する手法が一般的であるが、撮影間隔に起因した遅延が生じるという問題点があり、また高速度カメラは一般に高価である。

2. 提案手法

画像を撮影する際、露光時間中に被写体へ変調照明を照射することにより、被写体の動きブレの中に時間軸情報を重畳しておく。照明の変調方法を手掛かりとして画像を解析することにより、画像1枚から光学移動量が計測可能になる、というのが本研究の提案である。

動きブレは、1)背景画像、2)線形成分、3)変調照明関数の原始関数を空間関数へと変数変換したもの、という3つの信号の合成である。

1) 背景画像

手前の物体を取り除き、背景環境に適切な露光量 E を露光時間 T だけ与えて撮影した結果として得られる画像を背景画像 b とする。また、物体を露光開始時刻の位置に固定した上で同様に撮影した画像を静止画像 s とし、 s の中で計測対象物体のみを抽出する二値マスク画像を m とする。計測対象物体以外の領域が透明な変換した物体画像を o とすると、物体が画像平面上を一定速度 v で移動する時に得られる変調画像 g は、次のように表すことができる。(位置 $p=(x,y)$ とする)

$$g(p) = \frac{1}{E} \int_0^T L(t)(o(p+vt) + (1-m(p+vt)) \cdot b(p))dt$$

2) 線形成分

簡単化のため、 x 軸上の1次元画像を考える。真っ黒の背景画像の前を長さ $2l$ の真っ白い物体が x 軸正方向に速度 $v_x = l/T$ で移動した時には、 $0 < l$ 及び $2l < 3l$ に照明の変調に起因した模様が見れる。通信でよく利用される正弦波に基づく変調方法で照明を変調した場合を考えると、照明の強さ $L(t)$ は以下のように表される。

$$L(t) = \frac{1}{2} \left(\sin \frac{2\pi t}{T} + 1 \right)$$

3) 空間関数

時間の関数である2)を $0 < x < l$ について解くと、空間の関数である次式が得られる。

$$g(x,0) = \frac{Tx}{2El} + \frac{T}{4\pi E} \left(1 - \cos \frac{2\pi x}{l} \right)$$

動きブレを検出するという目的において信号1)と2)は雑音である。そこで例えば信号3)を手掛かりとした直交検波という無線の受信手法を用いることで、3)の成分強度だけを検出することができる。

動きブレの長さが十分長く取れない場合、背景画像を動きブレと誤検出する可能性が生じる。誤検出を抑えるためには、光源の変調方式を注意深く設計する必要がある。

3. 結論

露光時間中に変調照明を照射することにより、時間軸情報を重畳し、1枚の静止画から光学移動量を計測する手法を提案した。最適な変調方法や検出方法については研究中であるが、アクティブイメージングと呼ぶ新領域を開拓する先駆的研究と意識して取り組んでいる。

研究者名

システムデザイン工学科/総合デザイン工学専攻
准教授 矢向 高弘

お問合せ先

yakoh@sd.keio.ac.jp 045-566-1742
<http://www.comp.sd.keio.ac.jp/>



変調照明を用いた単一画像からの 光学移動量計測法

- デモ展示内容 -

特願2016-230388

変調照明装置

赤色、緑色、青色のLEDアレイを使用した3色光源で構成される照明装置それぞれを、高速にOn/Off切替可能な駆動回路で動作させており、高速シャッター中でも変調光が照射可能である。

変調回路

FPGAボード (ZYBO zynq-7000)を使用し、3色の変調信号を独立生成し出力している。変調方式は、周期、位相、露光時間により調整できる。シャッター入力信号に同期した単一照射の他、露光時間を繰り返す連続照射も可能である。

検出原理

変調信号を積分した原始関数の交流成分と画像の色強度信号の交流成分との内積を算出することにより、照明の変調に起因する動きブレを検出できる。

検出精度の向上

静止した背景が、動きブレと誤検出される可能性があるが、変調方式を工夫したり、S/N比を用いてノイズ除去することにより、誤検出を抑制することができる。

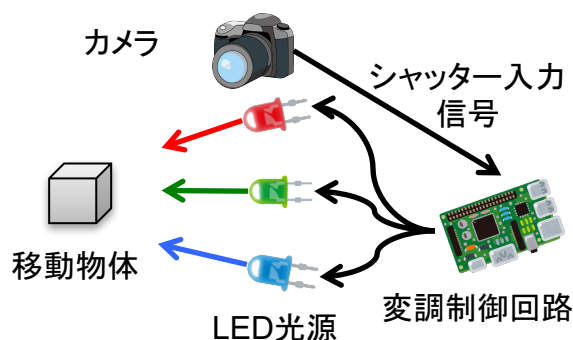


図 変調照明装置の構成

	同一周期, 同一位相	同一周期, 独立位相	独立周期, 独立位相
変調信号			
撮影画像			
検出結果			

研究者名

システムデザイン工学科 / 総合デザイン工学専攻
准教授 矢向 高弘

お問合せ先

yakoh@sd.keio.ac.jp 045-566-1742
<http://www.comp.sd.keio.ac.jp/>