

焦点ぼけを利用した金網越し画像からの金網除去

松井 彰良[†] 山下 淳[†] 金子 透[†]

[†] 静岡大学工学部 〒432-8561 静岡県浜松市中区城北 3-5-1

E-mail: [†] {f0830057,tayamas,tmtkane}@ipc.shizuoka.ac.jp

あらまし 金網越しに撮影を行う場合、撮影対象の一部が金網の影響により本来の色とは異なる状態になるという問題がある。従来から画像中の不要物を除去する手法は提案されてきたが、それらの手法で金網を除去した場合、撮影対象の再現性や補間領域の取得に問題がある。この問題を解決するために、金網に焦点ぼけが生じた画像に対して幾何光学に基づいた適切な補正を行うことで再現性の良い金網除去手法を提案する。提案手法の有効性を実験結果によって示す。

キーワード 金網, 焦点ぼけ, 幾何光学, 不要物除去

1. 序論

1.1. 研究背景

我々が撮影を行う時、カメラと撮影対象の間に不要物が存在するために望んでいる画像を得ることができない場合がある。その不要物の1つに安全上の理由で設置されている金網が挙げられる。具体例として、ビルの屋上や橋等には転倒・落下防止のために金網が設置されている。そのように金網によって隔てられた領域の中には撮影者は入ることができない。したがって撮影者は金網越しに撮影することが余儀なくされ、撮影対象の一部は金網の影響を受けて本来の色とは異なる状態で撮影されるという問題が生じる。実際の金網越しに撮影された画像を図1に示す。図1においてサッカーゴールに注目すると、金網の影響を受けた領域はその周辺の領域と比べてまったく違う色になっていることが分かる。

金網によって撮影対象が不明瞭になることは、画像の作品としての価値を低下させてしまうことがある。また、画像認識の精度を低下させてしまうという問題もある。金網を避けて撮影することは前述の通りそれは困難であるため、ソフトウェア的に金網を除去する技術が求められる。

1.2. 従来研究

従来から画像中から不要物を除去する手法は提案されてきた。その代表的な手法とそれを金網除去に用いた場合の問題点について以下に述べる。

まず、プロの絵画修復技師の技能をまねた画像復元手法[1]がある。この手法は周囲と相関性の高い部分の再現性は良いが、不規則なテクスチャパターンに対しての再現性が悪いという性質がある。金網越し画像において修復を行いたい撮影対象は相関性の高いものと限定できないので、この手法による金網の除去は再現性の点で問題がある。



図1 金網越し画像

次に、2台のカメラを使用し2画像間で不要物が存在しない領域を用いて補完する手法[2]がある。しかし、不要物によって遮蔽される領域が2画像間で重なった場合、補完を行うことができない。

従来手法によって金網を除去することにはそれぞれ問題点があることを述べた。本研究では従来手法による問題点を解決するために、金網に焦点ぼけが生じた画像に注目する。図1に示されるように金網の影響が強い領域においても完全には遮蔽されずに撮影対象が撮影されている。この現象はカメラからの距離が金網と撮影対象で大きく異なっているために生じる。これは逆投影ぼけモデル[3]を用いて説明することが可能である。したがってそのモデルに基づいて金網に焦点ぼけが生じた画像に処理を行えば金網の影響を除去することができると考えられる。

1.3. 研究目的

本研究では金網に生じる焦点ぼけをモデル化し、それに基づいて金網に焦点ぼけが生じた画像から金網を除去する。それによって従来手法で生じていた問題点を解決し再現性の高い結果画像を得ることを目的とする。

2. ぼけモデルと関係式

図2に示すぼけモデルに基づき、撮影対象と金網の放射輝度との関係を求める。図2においてレンズの公式

$$\frac{1}{a_F} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad (1)$$

が成立する位置に撮影対象と撮像面が存在し、金網は撮像面に対して平行で撮影対象よりもレンズに近い位置 a_N に位置する。ここで、撮影対象上の点を O とし、それに対応

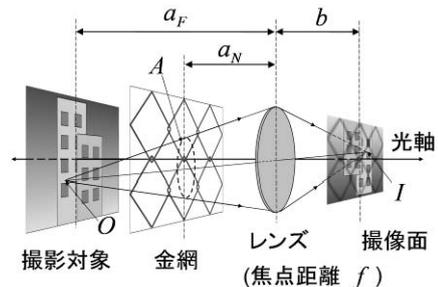


図2 ぼけモデル

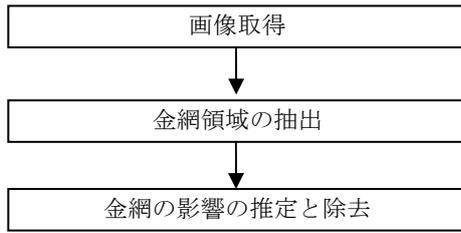


図3 処理手順

した撮像面上の点を I とする. また, O の放射輝度を L_F , I の放射照度を E , 金網の放射輝度を L_N とする. O から放射された光束はレンズ全体を通り I に収束する. ただし, 光束は図2の領域 A の内部に存在する金網の影響を受ける. 実際に金網が存在する領域の面積を A_N , 反対に金網が存在しない領域の面積を A_F とする.

この関係を放射束の考え方にに基づき数式で表すと,

$$E \propto \int_{A_N} \frac{L_N}{A} dS_N + \frac{A_F}{A} L_F \quad (2)$$

と表される. ただし, dS_N は金網上の微小領域である.

この式(2)に基づいて処理を行うことで金網に焦点ぼけが生じた画像から金網を除去する.

3. 金網除去の原理

本手法における金網の除去とは式(2)の撮影対象上の放射輝度 L_F を求めることである. そのために, 他のパラメータが必要になる. 必要なパラメータを得るために図3に示す手順で金網除去を行う.

3.1. 画像取得

金網に焦点ぼけが生じた画像と金網にピントが合った画像の2枚を取得する. この2つの画像により式(2)の撮像面上の放射照度 E と金網の放射輝度 L_N を得ることができる.

3.2. 金網領域の抽出

図2における領域 A 内部に存在する金網が撮像面上の放射照度 E に影響を与える. つまり, 金網が存在する位置の情報が必要になる. そのために, 金網にピントがあった画像に対して金網領域の抽出を行う.

3.3. 金網の影響の推定と除去

最後に, 領域 A の大きさを適切に与えることで, 金網の影響を求めることができる. 具体的には, 式(2)における A_N と A_F を求めることができる. これによって放射輝度 L_F を求めるために必要なパラメータはすべて得られたため, 式(2)に基づいて放射輝度 L_F を求めることができる.

4. 実験

4.1. 実験内容

金網として野球場のバックネットを選び, バックネット越しにグラウンドを撮影した. 撮影はニコンの一眼レフカメラ D200 で行った. 撮影時のカメラの設定は以下の通りである.

- 取得する画像間の光軸を一致させるために三脚でカメラを固定.
- 撮像面と金網が平行になるように撮影.
- ISO 感度, シャッタースピード, ズームレンズの焦点距離と F 値は2画像間で同じになるように撮影.



(a) 金網ぼけ画像

(b) 金網合焦点画像

図4 原画像



図5 実験結果

4.2. 実験結果と考察

実際に取得した画像が図4である. 図4(a)は金網に焦点ぼけが生じた画像, 図4(b)は金網にピントの合った画像である. 本手法を適用し金網を除去した結果を図5に示す. 図5では金網の影響がほとんど除去できていることが分かる. また, 本来は金網で遮蔽されている領域の再現性も良いことが分かる.

5. 結論

従来手法で金網除去を行った場合に生じる問題点を解決するために, 金網に生じる焦点ぼけのモデル化を行い, 金網に生じた焦点ぼけの影響を求めた. 金網に焦点ぼけが生じた画像からその影響を除去する手法を提案した. 実際に提案手法に基づき実験を行った結果, 金網の影響が低減し撮影対象の再現性が良い画像が得られた.

今後の課題としては,

- 金網領域の自動抽出
 - 金網が存在しない画像と除去結果画像との比較による評価
 - 金網が撮像面に対して平行でない場合への対応
- などが挙げられる.

文 献

- [1] Marcelo Bertalmio, Guillermo Sapiro, Vincent Caselles and Coloma Ballester: "Image Inpainting", Proceedings of the 27th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques(SIGGRAPH2000), pp.417-424, 2000.
- [2] Yuu Tanaka, Atsushi Yamashita, Toru Kaneko and Kenjiro T. Miura: "Removal of Adherent Waterdrops from Images Acquired with a Stereo Camera System", IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.89-D, No.7, pp.2021-2027, 2006.
- [3] 浅田尚紀, 藤原久永, 松山隆司: "逆投影ぼけモデルを用いた遮へいエッジの光学的性質の解析", 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J-78-D-II, No.2, pp.248-262, 1995.