

背景画像合成による前景抽出と それに基づく照明の動的制御

新宮 淳† 亀田 能成‡ 角所 考‡ 美濃 導彦‡

† 京都大学大学院情報学研究科
〒606-8501 京都市左京区吉田二本松町
‡ 京都大学総合情報メディアセンター
〒606-8501 京都市左京区吉田二本松町

E-mail: †shingu@mm.media.kyoto-u.ac.jp,
‡ {kameda,kakusho,minoh}@media.kyoto-u.ac.jp

あらまし 撮影対象となる前景をカメラのダイナミックレンジ内で撮影するために、カメラの露出だけでなく、照明を制御することが有効である。そこで本論文では、制御下にある照明のもとで照明条件に応じた背景画像を合成できる手法を導入して、背景差分法により前景の画像領域を抽出する。次に照明の変化によって生じる前景の画像輝度の変化を計測して、前景をカメラのダイナミックレンジ内で撮影できるように照明を制御する手法を提案する。

キーワード 照明制御、前景抽出、背景差分、Image-based Rendering、ダイナミックレンジ

A Dynamic Lighting Control Method based on Foreground Extraction with Background Image Synthesis

Jun SHINGU †, Yoshinari KAMEDA ‡, Koh KAKUSHO ‡ and Michihiko MINOH ‡

† Graduate School of Informatics, Kyoto University
Yoshida Nihonmatsucho, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501 Japan

‡ Center for Information and Multimedia Studies, Kyoto University
Yoshida Nihonmatsucho, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501 Japan

E-mail: †shingu@mm.media.kyoto-u.ac.jp,
‡ {kameda,kakusho,minoh}@media.kyoto-u.ac.jp

Abstract In taking an image, it is important to shoot foreground objects under an appropriate lighting. We propose a method to control lighting so that the target objects can be shot within the dynamic range of the camera. In our method, a background image under arbitrary lighting is synthesized from images obtained under different lighting. The generated background image is used to extract foreground image regions. The intensity of the lights is dynamically controlled so that the foreground objects are shot within the dynamic range by observing the brightness of the extracted image regions.

Keywords Lighting Control, Foreground Extraction, Background Subtraction, Image-based Rendering, Dynamic Range

1. はじめに

一般にカメラは、物体の放つ情景放射輝度による露光量を CCD が計測し、画像上の各画素の輝度を決定している。カメラの CCD にはダイナミックレンジがあり、ダイナミックレンジを外れた露光量は CCD で正しく計測することはできない。露光量がダイナミックレンジを下に外れているとき、画像輝度はその最小値となり、露光量がダイナミックレンジを上を外れているとき、画像輝度はその最大値となる。このとき、画像輝度は物体の情景放射輝度を反映しておらず、撮影された画像は実際の情景の持つ情報を失っている。そのため、撮影対象となる前景の放つ情景放射輝度をすべてダイナミックレンジ内で計測し、画像輝度として得ることが求められる。

この要求に対し、現在のカメラでは情景放射輝度に応じて露出時間と絞りを変化させ、CCD の露光量をダイナミックレンジ内に自動調節することによって情景放射輝度を計測している。しかし、物体表面に光が当たっていないために情景放射輝度が低くなっている場合などは、露出時間や絞りを制御しても CCD が計測することができないことがある。また、露出時間や絞りを変化させた場合は、画像全体について露光量が変化してしまうため、一部の画像領域のみについて露光量を調節することはできない。以上の理由から、前景となる物体が放つ情景放射輝度に対する CCD の露光量を、カメラの露出時間や絞りをを用いて調節するのではなく、前景の情景放射輝度そのものを変化させることによって、ダイナミックレンジ内で撮影できるようにする方法についての研究が重要となる。物体の情景放射輝度は、物体表面の世界座標系での位置、法線、反射係数と照明環境により変化する。撮影対象である前景となる物体の物体表面の位置、法線、反射係数は物体に依存するので、一般に制御することができない。そこで本稿では、撮影された前景の画像輝度がダイナミックレンジ内にあるかどうかを評価し、これをもとに照明を動的に制御して、前景の画像輝度をダイナミックレンジ内に収める方法を提案する。

前景の画像輝度をダイナミックレンジ内に調節するために、撮影された前景の画像輝度をもとに照明を動的に制御するにあたって、次の 2 つ問題点を解決しなければならない。(1)前景と背景が入り混じって撮影された画像から前景の画像領域を抽出することが、前景の画像輝度がダイナミックレンジ内にあ

るかどうかを評価するために必要である。(2)照明の変化によって生じる前景の画像輝度の変化を計測することが、前景画像輝度をダイナミックレンジ内に収まるように照明を動的に制御するのに必要である。

まず、前景の画像領域を抽出する方法について述べる。前景は一般にその位置、形状、色などが予測できないために、対応する画像領域が分からない。このような条件下では、画像から前景の画像領域を抽出する方法として、背景画像をあらかじめ撮影しておき、背景の画像輝度は変化しないと仮定して、撮影された画像で背景に一致しない領域を前景として抽出する背景差分法が一般的である。しかし、照明環境が変化するような撮影環境では背景画像が照明の変化によってあらかじめ撮影しておいたものと異ってしまう。この問題に対し、[2]では複数のカメラを用いたステレオ視を利用して前景を抽出しているが、鏡面反射のある物体が背景にある場合には適応できないという問題がある。そこで提案手法では、変動する照明は全て制御下に置かれており、その照明の情報を得ることを利用し、照明条件に応じた背景画像を合成して、背景差分法によって前景の画像領域を抽出する[10]。

次に、照明の変化によって生じる前景の画像輝度の変化を計測する方法について述べる。物体表面の情景放射輝度は、その形状、反射係数と照明環境によって定まる。照明環境は[4][5][6]のように魚眼レンズ付きカメラなどを用いて測定することが可能であるが、物体表面の形状、反射係数をリアルタイムで精度よく測定することは困難である。そこで、物体表面の法線、反射係数が未知である、前景となる物体に対して実際に照明の光量を変化させ、その画像輝度の変化を観測することによって照明の変化による前景の画像輝度の変化を測定する。

以上のように、前景の抽出、照明の変化に対する画像輝度の変化の測定をすることで、照明の制御を行う。

2. 撮影環境

撮影に用いるカメラは、位置が固定であり、露出時間を変化させることができるものとする。背景をなす物体表面の位置、法線、反射係数は変化しないものとする。照明装置は複数個設置し、その位置・向きは固定して、光量のみが変化する。光量は、電圧などの**光量制御変数**によって制御されている。光量制御変数は随時変更され、変動照明となる。なお、

撮影環境に存在する光源は、上記の照明装置のみであるとし、太陽光など、他の光源の影響はないものとする。これらの前提を満たすため、本研究では撮影環境を屋内に設定している。

3. 撮影のモデル

まず、照明の光量に対する物体の画像輝度をモデル化する。照明 i ($i=1\dots n$)の光量制御変数 v_i によって光量 I_i が制御されているとき、照明 i に固有の光量の変化を表す正規化された関数 h_i とその係数 a_i によって、

$$I_i = a_i h_i(v_i) \quad (1)$$

と表すことができる。

この照明環境下において撮影を行ったとき、画素 k に対応する物体表面 $j(k)$ の放つ情景放射輝度 $L_{j(k)}$ は、

$$L_{j(k)} = \sum_i (b_{ij(k)} I_i) \quad (2)$$

となる。ここで $b_{ij(k)}$ は、物体表面 $j(k)$ の位置、法線、反射係数及び照明とカメラの位置によって定まる係数である。この式は、物体の情景放射輝度は、環境内に存在するすべての照明の影響を加法的に受けることによる[9]。 $L_{j(k)}$ は物体表面における拡散反射、鏡面反射による反射光を再現するだけでなく、環境光による反射をも再現する。

よって、得られる画像上の画素 k の輝度 Z_k は、[1]により、カメラの露出時間 t 、カメラに入射する光量と画像輝度との関係を表すカメラに固有の関数 g を用いて、画素 k に対応する物体表面 $j(k)$ の情景放射輝度 $L_{j(k)}$ より、

$$g(Z_k) = \ln(L_{j(k)}) + \ln(\Delta t) \quad (3)$$

となる。ただし、情景放射輝度にもなうカメラの露出がダイナミックレンジを上にあるいは下に外れた場合、 Z_k はそれぞれ最大値 Z^{MAX} 、最小値 Z^{MIN} に丸められる。

4. 背景画像の合成と前景の抽出

3章で述べたモデルを用いて、背景画像の合成と前景の抽出を行う。

4.1 背景画像の合成

本稿では照明、カメラの位置が固定であるとし、背景をなす物体表面の位置、法線や反射係数も固定していることから、式(2)において係数 $b_{ij(k)}$ は固定さ

れる。よって式(1)、(2)、(3)から、

$$Z_k = g^{-1}(\ln(\sum c_{ij(k)} h_i(v_i)) + \ln(\Delta t)) \quad (4)$$

が導かれる。ただし、 $c_{ij(k)} = a_i b_{ij(k)}$ である。照明 i に固有の関数 h_i 、カメラ固有の関数 g 、そして背景画像の画素毎に定まる定数 $c_{ij(k)}$ を前もって測定しておくことにより、任意の光量制御変数 v_i 、露出時間 t における、背景の画像輝度 Z_k が求まる。これは背景画像が合成できることを意味する。

4.2 前景の抽出

前景と背景とが入り混じって撮影された画像の画像輝度 Z_k と、4.1節の方法で合成した、同じ照明条件での背景画像の画像輝度 Z_k^{back} により、背景差分を行って前景の抽出を行う。

Z_k と Z_k^{back} の関係から、画素 k は以下の3つの種類に分類することができる。

(i) $Z_k \neq Z_k^{back}$

この画素には、前景、または前景の影が投影された背景が撮影されている。

(ii) $Z_k = Z_k^{back}$

(a) $Z_k \neq Z^{MIN}$ かつ $Z_k \neq Z^{MAX}$

画素 k は、ダイナミックレンジ内であり、 Z_k は CCD が正しく露光量を計測している信頼ある値である。よって、この画素には背景が撮影されている。

(b) $Z_k = Z^{MIN}$ または $Z_k = Z^{MAX}$

画素 k は、ダイナミックレンジを外れており、 Z_k の値は Z^{MIN} あるいは Z^{MAX} に丸められてしまったために $Z_k = Z_k^{back}$ となったことが考えられる。そのため、この画素には背景が撮影されていると決定することができない。

以上から、(i)及び(ii)-(b)に分類されたの画素をすべて抽出し、**前景存在画素集合**と呼ぶことにする。前景存在画素集合には、前景だけでなく、前景の影が撮影されている画素、またはダイナミックレンジを外れているために正しく抽出できない画素が含まれている。しかし、前景存在画素集合は、前景の画像領域をすべて含んでいるため、前景存在画素集合の画像輝度の評価を行なったとき、その画像輝度がダイナミックレンジを外れていなければ、前景の画

像領域の画像輝度もダイナミックレンジを外れていない。そのため、前景存在画素集合に対して画像輝度の評価、照明の制御を行い、前景存在画素集合の画像輝度がダイナミックレンジ内に収まるようにする。

5. 照明の動的制御

4章の手法によって抽出された前景存在画素集合の画像輝度を測定して評価し、その評価に従って照明の光量を動的に変化させて前景の画像輝度をダイナミックレンジ内に収める方法を述べる。

5.1 画像輝度の評価

画素 k の画像輝度 Z_k が Z^{MIN} であるとき、この画素はダイナミックレンジを下に、 Z^{MAX} であるときは上に外れていることが分かる。ある画素集合において、ダイナミックレンジを下に外れている画素数 N_{under} 、上に外れている画素数 N_{over} によって、この画素集合の画像輝度を以下のように評価する。

(評価 A) $N_{under} > \quad$ かつ $N_{under} > N_{over}$:

ダイナミックレンジを下に外れており、照明の光量を上げる必要がある。

(評価 B) $N_{under} < \quad$ かつ $N_{over} < \quad$:

ダイナミックレンジ内にあり、照明は適切である。

(評価 C) $N_{over} > \quad$ かつ $N_{over} > N_{under}$:

ダイナミックレンジを上を外れており、照明の光量を下げる必要がある。

ここで、 \quad はあらかじめ定めておいた閾値である。

5.2 照明の動的制御

抽出された前景存在画素集合に対して画像輝度の評価を行なった結果、(評価 B)となったとき、目標は達成される。しかし、(評価 A)あるいは(評価 C)と評価されたとき、前景存在画素集合の画像輝度はダイナミックレンジ内に収まっていない。そこで、(評価 B)になるように、つまり N_{under} 、 N_{over} を減らすように、各照明の適切な光量を探索し、動的に制御する。本稿では、前景存在画素集合の画像輝度の評価をもとに光量を変化させ、変化後に再び前景存在画素集合の画像輝度の評価を行うということを繰り返し、適切な光量を探索する。

例えば、前景存在画素集合の画像輝度の評価した結果、(評価 A)となったとき、ある一つの照明 i' の光量を最大にする。これは、最も光量が低い照明は

前景を明るくすることができる可能性があるためである。照明の変化前後で輝度が変化した画素では、照明 i' が画像輝度に影響を及ぼすことができる。前景存在画素集合のうち、このような画素集合を照明 i' の干渉前景画素集合と呼ぶことにする。干渉前景画素集合の画像輝度を評価し、(評価 B)となるまで照明 i' の最適な光量を二分探索する。

この探索をすべての照明について行い、それぞれの照明の適切な光量を求めることで、照明を制御する。

5.2.1 前景の影の除去

ある一つの照明 i' の光量制御変数を $v_{i'}$ から $v'_{i'}$ に変化させたとき、変化前後の画像輝度 Z_k 、 Z'_k から式 (4) によって、

$$c_{ij(k)} = \frac{\ln^{-1}(g(Z_k(v'_{i'}))) - \ln^{-1}(g(Z_k(v_{si'})))}{h_{i'}(v'_{i'}) - h_{i'}(v_{i'})}$$

となる。 $c_{ij(k)}$ が事前に測定した値と異なる場合、この画素 k には、前景あるいは照明 i' によって作り出された前景の影が撮影されている。よって、この照明 i' の光量制御変数を変化させたとき、画像輝度の変化から、 $c_{ij(k)}$ を求め、これが事前に測定したものと同じであれば、画素 k に撮影されているのは、背景か照明 i' 以外の照明によって作り出された前景の影であることが分かる。前景存在画素集合からは、すでに背景の領域は除外されている。よって、照明 i' の光量を変化させ、そのときの画像輝度の変化を観察することで、照明 i' 以外の照明によって作り出された前景の影が撮影されている画素を前景存在画素集合から除外することができる。

ただし、 $c_{ij(k)}$ が小さい値の場合、変化前後の画像輝度 Z_k 、 Z'_k の値の差が小さくなりすぎてしまい、正しい結果を得ない。また、画素 k がダイナミックレンジを外れている場合、 Z_k 、 Z'_k の値が Z^{MIN} あるいは Z^{MAX} に丸められてしまうため、 $c_{ij(k)}$ を求めることができない。このような場合は、 $c_{ij(k)}$ や画像輝度の値によって判別できるので、対応する画素を除去しないようにする。

5.2.2 照明の動的制御の処理手順

照明の動的制御における処理手順の概要を整理して以下に示す。ただし、この処理の間、前景はほとんど動かないとする。

1. 照明の数のテーブルを用意し、初期化として全ての照明は未選択であると記録する。

2. 撮影を行い、撮影時点の照明の光量制御変数から背景画像を合成し、背景差分法により前景存在画素集合を抽出する。
3. 前景存在画素集合の画像輝度を評価し、その結果により、以下に分岐する。
 - (評価 A) 4に進む。
 - (評価 B) 「照明の制御が必要ない」と判断されたとき、前景存在画素集合はダイナミックレンジ内で撮影されているため、終了する。
 - (評価 C) 4に進む。以下では、ここでの評価の結果が(評価 A)となった場合についてのみ述べるが、同様に処理を行うことができる。
4. テーブルで未選択と記録されている照明のうち、最も光量が低い照明 i' を選択する。このような照明が無いとき、すべての照明についての制御が終わっているため、終了する。
5. 照明 i' の光量を、最大光量まで上げる。
6. 5.2.1 節の手法により、照明 i' 以外の照明が作り出した前景の影が撮影された画素を、前景存在画素集合から除く。
7. 照明 i' の干渉前景画素集合を抽出する。
8. 干渉前景画素集合の画像輝度を評価し、その結果により、以下に分岐する。
 - (評価 A) 照明 i' はすでに最大光量であるため、これ以上光量を上げることができないため、照明 i' の制御を終了し、10へ。
 - (評価 B) 照明 i' の光量は適切であると考えられるので、照明 i' の制御を終了し、10へ。
 - (評価 C) 9に進む。
9. 照明 i' の適切な光量は、変化前の光量と最大光量の間にあると考えられる。よって、変化前の光量と最大光量との間で、干渉前景画素集合の画像輝度の評価が(評価 B)となるまで、照明光量の変化、干渉前景画素集合の画像輝度の評価を繰り返し、二分探索によって照明 i' の適切な光量を探索する。
10. テーブルの照明 i' の部分を、選択済みと記録し、2へ。ただし、7で照明 i' 以外の照明が作り出した前景の影が撮影された画素を除去しており、これを後でも利用するために、前景存在画素集合は、7で求められたの前景存在画素集合と、新しく抽出されたものとの積集合を用いるようにする。

6. 実験

6.1 実験環境

京都大学総合情報メディアセンター演習室で実験を行った。図1に環境を示す。



図1: 実験環境

カメラはSONY製EVI-D30を用いて、絞り、焦点距離など、露出時間以外は固定し、位置・向きを固定して設置した。撮影した映像は、HITACHI製の画像処理ボードIP5005により1フレーム512x440pixelの解像度でキャプチャーした。ダイナミックレンジを外れた場合、画像輝度は $Z^{MIN}=15$ あるいは $Z^{MAX}=252$ に丸められる。照明として、調光機(T5製Effect Arts)によって128段階の光量調節が可能なLPL製500Wのハロゲンランプ照明3台(ハロゲンランプ1、2、3)を用いた。ハロゲンランプ照明の光量制御変数は $v_i = \{0 \dots 127\}$ である。実験は夜間行い、窓のブラインドを閉めることにより、未知の光源による影響を受けないようにした。

6.2 背景画像の合成と前景の抽出

6.2.1 背景画像の合成に必要なパラメータの事前測定

背景画像を合成するためには、式(4)において、カメラ固有の関数 g 、照明 i に固有の関数 h_i 、背景画像の画素 k と照明 i 毎に定まる定数 $c_{ij(k)}$ を前もって測定しておかなければならない。

そこでまず、カメラ固有の関数 g を求めた。静止した情景を、露出時間を変化させて撮影し、露出の異なる複数の画像を得た。それぞれ画像から68ヶ所の画素をランダムにサンプリングし、[1]の手法によって関数 g を測定した。これを図2に示す。

関数 g が求まることで、静止した情景を異なる露出時間で撮影された画像から、物体表面 $j(k)$ の放つ情景放射輝度 $L_{j(k)}$ を、式(3)により測定することがで

きるようになる。

次にハロゲンランプ i' において、光量制御変数 $v_{i'}$ と光量 $I_{i'}$ との関係を表す正規化された関数 $h_{i'}$ を測定した。静止した情景に対してハロゲンランプ i' のみを光量制御変数 $v_{i'}$ にして照射し、他のハロゲンランプ照明をすべて消灯した。これを複数の露出時間で撮影し、情景放射輝度 $L_{i'j(k)}$ を求める。式(1)、(2)により、 $L_{i'j(k)} = a_i b_{i'j(k)} h_{i'}(v_{i'})$ で定数 $a_i b_{i'j(k)}$ は一定であることから、 $v_{i'}$ と $L_{i'j(k)}$ の関係を測定して関数 $h_{i'}$ を求めた。これを図 3 に示す。

最後に背景画像の画素毎に定まる定数 $c_{ij(k)}$ を測定した。背景に対して、ハロゲンランプ i' のみのある光量制御変数 $v_{i'}$ にし、他のハロゲンランプ照明をすべて消灯したとき、式(4)は $Z_k = g^{-1}(\ln(c_{i'j(k)} h_{i'}(v_{i'}) + \ln(\Delta t)))$ となる。未知数は $c_{i'j(k)}$ のみであることから、これを測定することができる。これをすべてのハロゲンランプ照明について行うことにより $c_{ij(k)}$ を測定した。

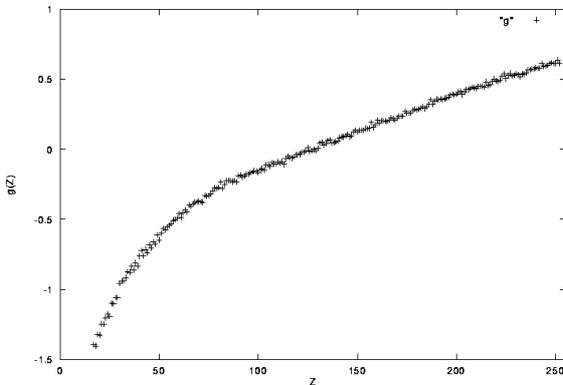


図 2: 関数 g のグラフ

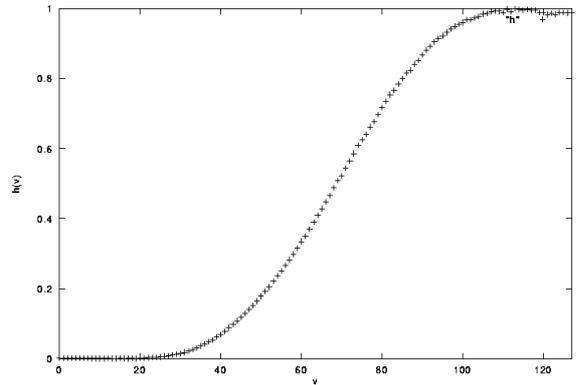


図 3: 関数 h_i のグラフ

6.2.2 背景画像の合成と前景の抽出

6.2.1 節で得られたパラメータを用いて、4 章の手法によって前景を抽出した。図 4(a) は実際に撮影された前景(人物)と背景が入り混じった画像であり、ハロゲンランプ 1、2、3 の光量制御変数は、それぞれ 60、20、90 である。この照明環境下での背景画像を合成し、前景を抽出した結果がそれぞれ図 4(b)、(c) である。また光量制御変数が 20、100、70 であるとき結果を、同様に図 5 に示す。

この結果により、異なる照明条件下でも、前景および前景の影からなる前景存在可能画素集合が抽出されていることが分かる。この実験では、背景の一部として鏡面反射係数の高いビニール製のボールを用いており、また壁や天井の色は白色で反射係数が高く、相互反射の影響が強い環境で行った。このような相互反射や鏡面反射のある環境でも、背景画像の合成、前景の抽出は可能であることが示された。

6.3 照明の動的制御

5 章の手法により、前景の画像輝度がダイナミックレンジ内に入るように照明を制御した。ここで、前景は必ずしも静止しておらず、またノイズの影響を軽減するために、前景の抽出や画像輝度の評価は画素ごとに行うのではなく、1 つが 8×10 pixel の小領域において、これらを行うようにした。照明の制御を行う前の、実際に撮影された前景(人物)と背景が入り混じった画像を図 6(a) に示す。また、このときの前景存在画素集合を図 6(b) に示す。すべての照明について制御を行った結果、図 6(c) のような画像を得ることができた。照明制御の処理過程で、5.2.1 節の手法により前景の影を除去した前景存在画素集合は

図 6(d)のようになり、前景の影の除去も効果的に行われていることが分かる。手動で抽出した前景の画像領域(画素数 11417pixel)において、ヒストグラムをとると図 6(e)のようになり、ダイナミックレンジを外れた画素数は、1406 から 152 に減少した。

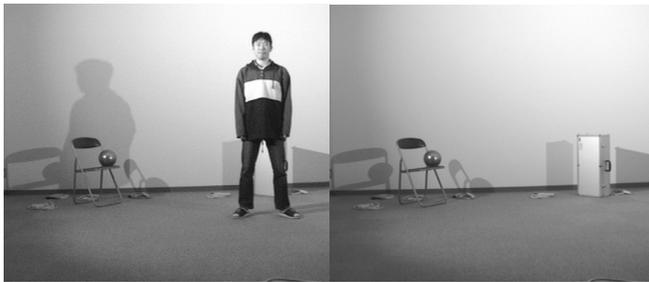


図 4(a):実際の画像 図 4(b):合成背景画像



図 4(c):抽出された前景



図 5(a):実際の画像 図 5(b):合成背景画像



図 5(c):抽出された前景



図 6(a): 照明制御前の 図 6(b): 前景存在画素集合 1
画像

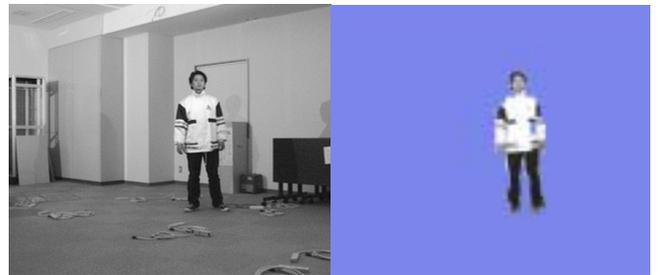


図 6(c): 照明制御後の 図 6(d): 前景存在画素集合 2
画像

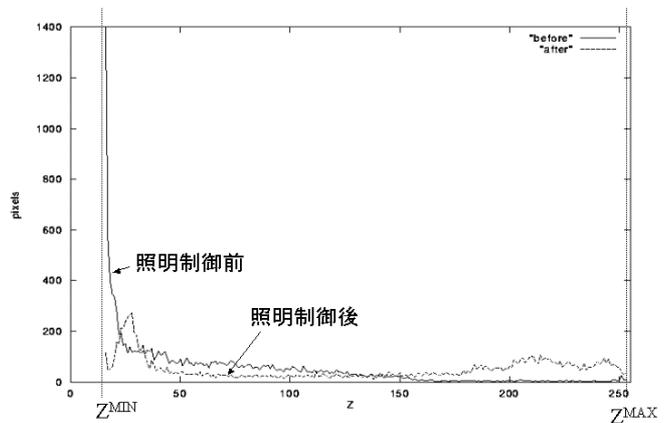


図 6(e): 照明制御前後の前景のヒストグラム

7. おわりに

本稿では、前景の画像輝度をダイナミックレンジ内に収めるため、撮影された画像から前景を抽出し、その画像輝度を評価して照明の光量を動的に制御する手法を提案した。

本手法では、まず、光量が変化する既知の照明のみで撮影環境中のすべての光源を構成していることを仮定し、変動する照明環境下でも照明条件に応じ

た背景画像を合成できる手法を導入し、背景差分法により前景を抽出した。次に、前景の画像輝度がダイナミックレンジを外れているかどうか評価し、この評価をもとに光量を変化させ、再び変化後の前景の画像輝度の評価を行うことを繰り返して照明の光量を動的に制御した。

しかし、本手法では前景を抽出するのに背景差分法を用いているため、前景の影の領域が含まれた前景存在画素集合しか抽出することができない。5.2.1節の手法で影の除去を行っても、前景の影の領域を全て除去することは難しい。前景存在画素集合には前景の画像領域が含まれていることから、前景存在画素集合の画像輝度をダイナミックレンジ内に収まるように照明を制御すれば、前景の画像輝度もダイナミックレンジ内に収まることになるため、本稿の目的は達成される。しかし、前景の影の画像領域の画像輝度がダイナミックレンジを外れているとき、これに対しても照明の制御を行ってしまうという問題点がある。そのため、前景の影の領域を完全に除去し、前景の画像領域のみが抽出できれば、より効率的な照明制御が行える。

照明の動的制御を行うとき、前景の画像輝度をダイナミックレンジ内にするために最も効果的な照明を選択し、その光量を一度だけ変化させることで前景の画像輝度をダイナミックレンジ内にすることができることが理想である。これに対して本手法の制御では、最悪すべての照明において、何度も光量を変化させて適切な光量を二分探索することが必要になる。これは、前景となる物体表面の位置、法線、反射係数が未知であることによる。そこで、前景となる物体表面の位置、法線、反射係数を正確に測定しないまでも、例えば、前景となる物体、照明、カメラの位置関係などの情報を得ることにより、照明の動的制御において、照明の光量変化の回数をできるだけ減らすようにすることが求められる。

今後の課題として、以上の問題点を解決し、実際に行われる撮影においても、前景の画像輝度をダイナミックレンジ内に収めるように照明の動的制御を行えるようにすることが挙げられる。

文 献

- [1] Paul E. Debevec, Jitendra Malik “Recovering High Dynamic Range Radiance Maps from Photographs” SIGGRAPH97 Proceedings, pp.369-378, 1997
- [2] Yuri Ivanov, Aaron Bobick, John Liu “Fast Lighting

- Independent Background Subtraction” International Journal of Computer Vision 37(2), pp.199-207, 200
- [3] Sato, Y. Wheeler, M.D. and Ikeuchi, K. “Object Shape and Reflectance Modeling from Observation” SIGGRAPH97 Proceedings, pp.379-387, 1997
- [4] I.Sato, Y.Sato and K. Ikeuchi “Illumination distribution from shadows” Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR’99), pp.306-312, June 1999
- [5] 佐藤いまり、佐藤洋一、池内克史 「全方位ステレオによる実光源環境の計測とそれに基づく仮想物体の実画像への重ねこみ」電子情報通信学会論文 D-2 Vol.J81-D-2 No.5 198, pp.861-871, 1998
- [6] Paul E. Debevec “Rendering Synthetic Objects into Real Scenes: Bridging Traditional and Image-based Graphics with Global Illumination and High Dynamic Range Photography” SIGGRAPH98 Proceedings, pp.189-198, 1998
- [7] 「コンピュータビジョン」(新技術コミュニケーションズ) 松山隆司、久野義徳、井宮淳 編
- [8] 「ロボットビジョン」(朝倉書店) Horn, B 著 NTT ヒューマンインターフェース研究所・プロジェクト RVT 訳
- [9] 松山隆司、東海彰吾、弓場竜 「能動カメラによる中心視ビデオ映像と周辺視パノラマ画像の自然な合成法」分散協調視覚による動的 3 次元状況理解 1998 年度研究成果報告書, pp.127-142, 1999
- [10] 新宮淳、亀田能成、美濃導彦 「照明制御下での背景画像合成による前景の抽出」電子情報通信学会 2001 年情報・システムソサエティ大会講演論文集(情報・システム 2)SD-5-1, pp.351-352, 2001