

実写ベースバーチャルスタジオの照明条件変更のための 無影全天周画像取得法

三ッ峰 秀樹 山内 結子 深谷 崇史 林 正樹

日本放送協会 放送技術研究所 〒157-8510 東京都世田谷区砧 1-10-11

E-mail: mitsumine.h-gk@nhk.or.jp, { yamanouchi.y-fg, fukaya.t-ha, hayashi.m-hk }@nhk.or.jp

あらまし 我々はあらかじめ撮影してある実写映像を基に仮想空間を構築し利用する実写ベースバーチャルスタジオを提案している。これまでに仮想空間から背景映像を再構成する際の照明条件変更手法を検討してきたが、仮想空間のテクスチャ情報に含まれる撮影時の影が問題となっていた。そこで、カメラのレンズ主点と共役な位置にキセノン光源を配置し、これをロボット雲台に配置することにより、被写体上の影を除去しつつ全方位の画像を取得する手法を考案した。今回、実験により提案手法の有効性を確認したので報告する。

キーワード 影, 陰影, 全天周, バーチャルスタジオ, 実写ベース

A Method of Acquisition of Omni-directional Images without Shadow for Image-Based Virtual Studios

Hideki MITSUMINE Yuko YAMANOUCHI Takashi FUKAYA Masaki HAYASHI

NHK Science and Technical Research Laboratories 1-10-11 Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo, 157-8510 Japan

E-mail: mitsumine.h-gk@nhk.or.jp, { yamanouchi.y-fg, fukaya.t-ha, hayashi.m-hk }@nhk.or.jp

Abstract In this paper, we present a method for capturing omni-directional images without shadow for the background image of an image-based virtual studio. We are studying a method to manipulate lighting conditions in the virtual studio system. It is necessary to remove any shadow in the background image when it is captured. For this purpose, we have developed a special camera system. The system consists of a remote controlled pan-tilt unit, an IEEE1394 based camera and a coaxial light source. The camera is able to capture shadowless images while a xenon lamp which is mounted at the conjugate position of the camera illuminates an environment to be captured. We have experimentally examined the effectiveness of the method.

Keyword Shadow, Shade, Omni-directional, Virtual studio, Image-based

1. まえがき

近年、バーチャルスタジオによる映像制作が頻繁に行われるようになってきた。従来のバーチャルスタジオは、クリエイターが構築した仮想空間を、Phongシェーディングなどの単純な照明モデルで再構成し背景映像とする。この背景映像に、俳優などの被写体を撮影した実写映像を合成するが、その際に両者の質感の不整合から合成映像に違和感を生じる場合がある。

我々は、より質感表現の豊かなバーチャルスタジオとして、あらかじめ撮影した実写映像をもとに仮想空間を構築し利用する実写ベースバーチャルスタジオを提案[1]している。この実写ベースバーチャルスタジオにより質感の不整合による合成映像の違和感低減を計ってきた[2]。残る問題の一つに、仮想空間側の照明条件と、合成される実写映像側の照明条件の不整合に起因する違和感が挙げられる。この問題に対し、筆者らは実写ベースバーチャルスタジオの照明条件変更手法を検討[3][4]してきた。しかし、撮影時に含まれる被写

体上の影が構築した仮想空間のテクスチャ情報に残ってしまい、照明条件変更の際に違和感となっていた。

今回、この問題の解決を目的とした特殊な撮影システムを開発した。このシステムは、カメラのレンズ主点と共役な位置にキセノン光源を配置し、これをロボット雲台に設置することによって、被写体上の影を除去しつつ全方位の画像を取得できるものである。本報告では、このシステムによる全天周無影画像取得法を提案するとともに、試作システムを用いた実験結果により本手法の有効性を示す

2. 実写ベースバーチャルスタジオ

実写ベースバーチャルスタジオは実写映像から被写体情報を映像部品化し、これを組み合わせることで仮想空間を構築する。この映像部品は再構成時のカメラからの距離に応じて環境映像部品、立体映像部品に分類される。

2.1. 映像部品

立体物の被写体を観測した場合、視点の移動にともなってその被写体の見え方は変わってくる。この見え方の違いは視点から被写体までの距離に応じて異なる。そこで、我々は映像部品を視点の移動で見え方の違いが顕著な距離（近景）に配置するものを立体映像部品とし、被写体の形状情報とテクスチャ情報で構成している。一方、見え方の違いが顕著ではない遠景に配置するものを環境映像部品としている（図1参照）。

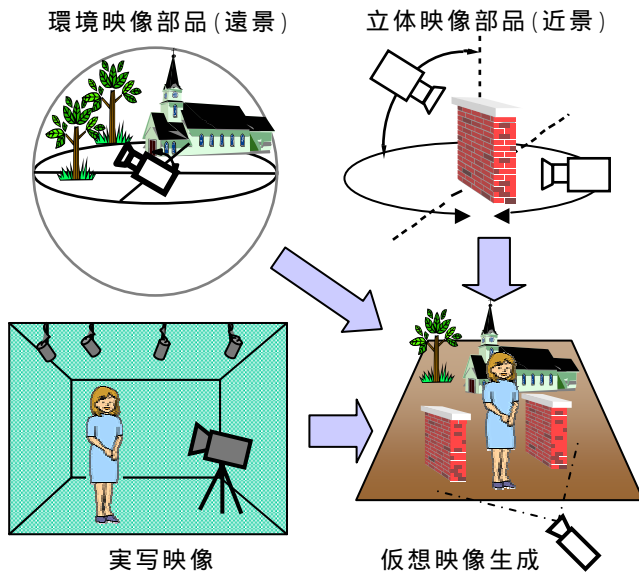


図1 映像部品による仮想空間の構築

この環境映像部品は、ある視点から少しずつ視線を変更して撮影した画像を貼り合わせた高精細な全天周パノラマ画像である。立体映像部品はレーザーレンジセンサ、偏向光照明を用いた手法[5][6]により、形状と反射係数としてのテクスチャ情報を持っているので、自由な照明条件での再構成を実現している。しかし、環境映像部品については、被写体が比較的サイズが大きいため立体映像部品のように照明などに拘束条件を付け難い。環境映像部品の照明条件の変更には次のような課題が挙げられる。

1. シェード（陰影）の変更
2. シャドウ（影）の除去
3. 仮想空間全体の構造情報の抽出

この内、1と2は、環境映像部品を取り込む際に、シェードとシャドウを含まない映像を得るためのものである。3は、1と2により影成分のキャンセルされた環境映像部品をバーチャルスタジオにおいて新たに照明条件で再構成するために必要となる。1の課題についてはすでに一定の解決が得られており、次項で簡単に紹介する。本報告は主に2の課題に対するものである。

2.2. 環境映像部品の照明条件変更手法

被写体の実写画像、奥行き画像、撮影時の照明条件を用い、新規照明条件の再構成画像を生成する[7]。

これまでに鏡面反射成分の処理を簡略化しても違和感を生じ難いという報告[8]がなされている。さらに、環境映像部品は遠景用である。このことから、環境映像部品の照明条件変更手法では鏡面反射成分の操作は行わず、拡散反射成分のみを操作する。図2はこの手法による照明条件の変更例である。



(a) 原画像



(b) 照明条件変更画像(照明は左手)



(c) 照明条件変更画像(照明は右手)

図2 照明条件の変更例

この例は、光源位置をそれぞれ左右に変更したものであるが、シェードの変更が良好に行えていることが確認できる。しかし、軒下などに、撮影時のままの影が残っており違和感を生じている。

3. シャドウの除去

3.1. 従来技術

これまでに、撮影画像から陰影を除去する手法は種々提案されている。例えば、様々な情報から対象となる空間の照明条件を取得し利用する手法[9]や、撮影画像のみから行う手法[10]である。しかし、いずれの手法も影の部分は低照度であるため、画像全体でのS/Nの確保は困難である。また、特に後者の場合、照明条件の複雑さに依存する部分がある。例えば複数光源で多数の影や半影が存在する状態では影の無い部分、影の部分、半影の部分の領域分割が困難となり、除去結果に影響する。

以上のように、従来技術では影領域のS/N確保、および照明の複雑さへの依存性という問題が挙げられる。

3.2. 提案手法

従来手法の問題点に対し、能動的に被写体を照明する方法で解決を図った。具体的には被写体を撮影するカメラ側のカメラ視線上に照明を配置する。これは一般的には同軸照明と呼ばれるが、本手法ではカメラのレンズ主点位置に共役となるよう仮想的に光源を配置した。このことにより視点からは死角なく被写体を照明できる。図3に光学系の配置図を示す。また図4に実際に試作した撮影システムを示す。実験に用いた照明光源は配光特性が平坦で出力300Wのキセノン光源(朝日分光株:MAX-300)で、撮影ヘッドまでは光ファイバで接続している。

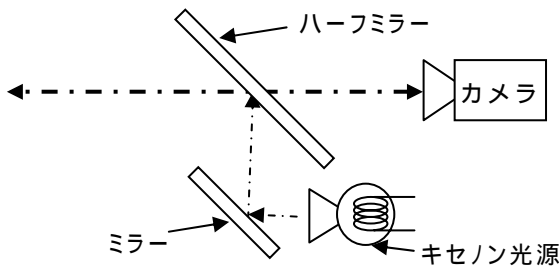
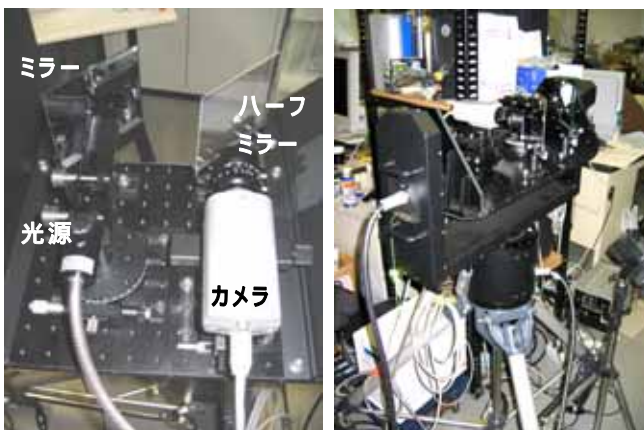


図3 同軸照明の光学系



(a) カメラヘッド

(b) システム

図4 撮影システム

4. 実験

4.1. 同軸照明による影除去

図5(c)に本装置により撮影した結果を示す。撮影には1/2インチ CCDカメラ(解像度1280×960画素)に焦点距離25mmの単焦点レンズを用いて撮影を行った。図5(a)は室内照明下での撮影結果、(b)は比較のためにカメラ視点から12cm光源を水平にずらして撮影した結果である。



(a) 室内照明(蛍光灯下)



(b) カメラ視点から12cm左に照明配置



(c) 同軸照明

図5 同軸照明による撮影結果

これらの結果から本装置で良好に影が除去できていることが確認できる。

4.2. 無影全天周画像

本装置で撮影した全方位の画像を、画像処理により全天周画像として貼り合わせた結果を図6に示す。

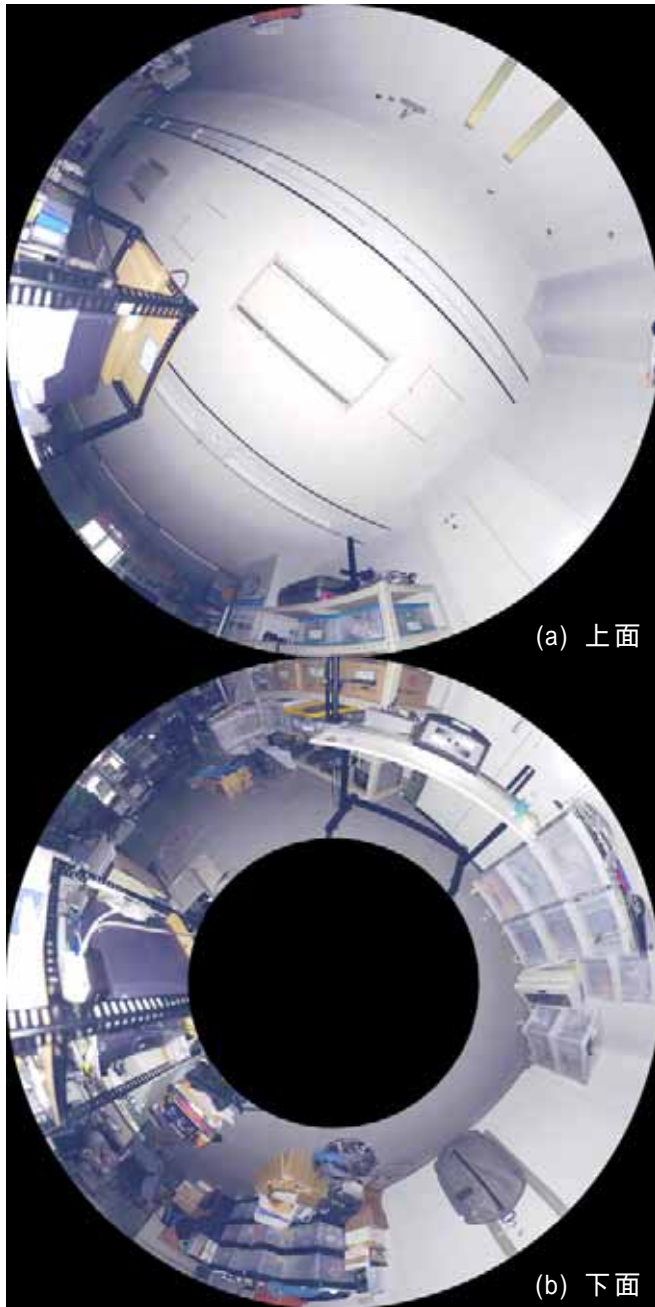


図6 無影画像の貼り合わせ結果

撮影条件は4.1.と同じである。貼りあわせた画像の解像度は上面、下面とも8000×8000画素である。また、図6(b)の中心部分の画像欠落はロボット雲台および三脚があるためである。

これらの結果から、三脚付近を除く全周にわたって良好に無影画像が取得できていることが確認できる。

5. まとめ

実写ベースバーチャルスタジオに必要な無影全天周画像の取得法を提案し、実験によりその有効性を確認した。今後は、この無影全天周画像と周囲の構造情報を統合し、陰影と影両方の変更を実現する。また、バーチャルスタジオの背景映像に合成する実写映像側の照明条件変更も含め、自由な照明条件を表現可能な映像制作環境として実写ベースバーチャルスタジオの完成を目指す。

文 献

- [1] 山内結子, 三ッ峰秀樹, 井上誠喜, 下田茂, “実写ベース仮想スタジオに関する一検討”, 映情学年大, pp.295, 1999.
- [2] Yuko Yamanouchi, Hideki Mitsumine, Takashi Fukaya, Masahiro Kawakita, Nobuyuki Yagi, and Seiki Inoue, “Real Space-based Virtual Studio - Seamless Synthesis of a Real Set Image with a Virtual Set Image”, Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology 2002, pp.194-200, 2002.
- [3] 金丸隆, 三ッ峰秀樹, 山内結子, 林正樹, “定点観測画像を用いた主光源情報抽出手法”, 第62情処理会全大, pp.2-159, 2001.
- [4] 三ッ峰, 山内, 深谷, 林, “実写ベース仮想スタジオのための照明条件変更手法”, 映情学技報, vol.26, No.57, pp.5-8, 2002.
- [5] 三ッ峰秀樹, 山内結子, 井上誠喜, “照明の影響を含まない立体映像部品の取得法”, 映情学誌, vol.55, No.5, pp.130-136, 2001.
- [6] Hideki Mitsumine, Yuko Yamanouchi, and Seiki Inoue, “An Acquisition Method of 3-Dimensional Video Components for Image-Based Virtual Studio”, Proceedings of 2001 International Conference on Image Processing, pp.1101-1104, 2001.
- [7] Hideki Mitsumine, Yuko Yamanouchi, Takashi Fukaya, Masaki Hayashi, “A Technique for Changing Lighting Conditions in an HDTV Image-based Virtual Studio”, IASTED International Conference 2003, No.396-063, 2003.
- [8] Hiroto Matsuoka, Tatsuto Takeuchi, Hitoshi Kitazawa, Akira Onozawa, “Representation of Pseudo Inter-reflection and Transparency by Considering Characteristics of Human Vision”, Proceedings of Eurographics 2002, pp.503-510, 2002.
- [9] Yizhou Yu, Paul Debevec, Jitendra Malik, and Tim Hawkins, “Inverse Global Illumination: Recovering Reflectance Models of Real Scenes from Photographs”, Proceeding of SIGGRAPH'99, pp.215-224, 1999.
- [10] 馬場雅志, 津川知己, 椋木雅之, 浅田尚紀, “陰影度に基づく色補正による実写画像からの陰影除去”, VC/GCAD 合同シンポジウム 2003, pp.37-42, 2003.