

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月29日現在

機関番号：15501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2011

課題番号：21700114

研究課題名（和文） 「見たまんま写るんです」 デジタルカメラの為の画像生成技術

研究課題名（英文） Image generation technology for a digital camera "you can take a photo as you see"

研究代表者

長 篤志 (OSA ATSUSHI)

山口大学・大学院理工学研究科・准教授

研究者番号：90294652

研究成果の概要（和文）：

体験した風景に対する印象を静止画像や動画として記録・再生する画像処理・生成技術の開発を目的とした。本研究で対象とする風景の印象は「大きさ感」と「距離感」であった。まず視覚心理実験をおこない、見えの消失点位置と見えの角度を操作する要因に関する知見を得ることができた。次に見えの消失点、見えの角度を再現する画像を再合成する技術の開発をおこなった。最後に生成画像の評価実験をおこなった。

研究成果の概要（英文）：

The goal of this study was development of new image processing and generating technology which records impressions on scene in real space and represents the impressions in an image. The impressions I want to record and represent were senses of size and distance. I conducted psychological experiments to investigate about perceived vanishing points and perceived angles of lines. These results showed several ideas to represent perceived vanishing points and perceived angles of lines. Then, I developed an image generating method by using these ideas. Finally, the generated images were experimentally evaluated.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：メディア情報学

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：遠近法, 視覚心理学, 画像処理, 画像生成

1. 研究開始当初の背景

我々は、日常的に風景などの対象をカメラを用いて写真として記録する。カメラが発明された当時、カメラによる客観的な描画能力とリアリティは人々の興味を捉え、その後多くの人に受け入れられてきた。カメラは CCD, CMOS によるデジタル撮像の時代に移り変わり、対象を静止画像や動画像として手軽に記録できるより個人的な道具として普及するにいたっている。しかしながら、一般の人にとって事実を客観的に捉えることができれば、カメラというものは満足できるものなのであろうか。そうではないと私は考える。たとえば色である。人は写真において物理的に正しく記録された色よりも記憶色や期待色を好むことがよく知られている。記憶色、期待色の再現は古くからの課題であり、それはデジタルの時代になっても変わっていない。

一方、空間を描画する制作技術としては、「実際の空間の印象を作図するために、いかにパースペクティブ（線遠近法）からずらすか？」についてダビンチの時代からすでに経験則を元にさまざまに述べられてきている。たとえば Raunschenbach は、知覚透視図という作図技法を提案している。しかしながら、カメラによって撮影された像を撮影者自身が受けた印象に近づけるために、これまで「線遠近法からいかにずらして描画するか」という観点からは技術開発が行われてない。

2. 研究の目的

体験した風景に対する印象を静止画像や動画像として記録する画像処理・生成技術（「見たまんま写るんです」デジタルカメラ）の開発を目的とした。本研究で対象とする風景の印象は「大きさ感」と「距離感」であった。

3. 研究の方法

「見たまんま写るんです」カメラの開発を目的として、実空間と投影像の間に生じる差異を解消すべく次の3つの研究をおこなった。

(1) 主観的な消失点位置と見えの角度に関する研究

これまでの研究により得られた大きさ感を優先させて画像生成をすると距離感の印象が異なってしまうことがわかっている。

そこで注目したのが、「消失点」の写真と実空間における“ずれ”である。これは葛飾北斎の画法にも明示されている。物理的には、平行線は透視投影された絵画上で1つの消失点に収束しなくてはならない。この「消失点」の位置の“ずれ”に関して次の3つの観点で明らかにしようとした。①消失点の知覚の“ずれ”はどのように起こっているのだろうか。②“ずれ”の量にはどのような要素が関わっているのだろうか。③“ずれ”はどのような視覚メカニズムによってもたらされているのだろうか。

また、消失点を構成する平行線によって形成される角度について以下の2つの観点で明らかにしようとした。①実空間における角度の知覚と、投影像における角度の知覚にはどのような違いがあるのか。②知覚する角度の違いを操作する要因はなにか。

(2) 画像生成手法に関する研究

「見たまんま写るんです」カメラの開発には、画像からの奥行き情報の取得と、大きさ感と消失点などの情報を元に画像を再合成して人の受けた印象を再合成する手法が必要となる。そこで、ステレオ動画像を入力画像として、両眼視差と運動視差を検出する手法の開発をおこなった。また、主観的な消失点位置と見えの角度に関する研究で得た知見を利用して人の受けた印象を再合成する手法の開発を試みた。また、画像の色や明るさに関しても見たときの印象を再現する手法の開発を試みた。

(3) 生成画像の評価

上記で開発した画像生成方法を用いて生成した画像と実空間との印象比較実験をおこなった。

4. 研究成果

研究方法の(1)の項目については、まず廊下を対象として心理実験をおこなった。ここでは、見えの消失点を回答用紙にしるしをつけてもらう方法と、平行線について見えの角度を回答用紙に記入してもらう方法の二種類を用いた。また、実験条件としては、前方の壁までの距離が6.8mの条件と、13.6mの2条件でおこなった。さらに、前方の壁における扉を開けた条件と閉めた条件で実験をおこなった。

その結果、まず、天井と、右壁、左壁のそれぞれにおいてそれらの平行線が作る見えの消失点は、投影図における正確な消失

点から有意にずれるということがわかった。また、前方の壁までの距離が消失点のずれる距離に依存すること、前方の壁の扉の開閉によって消失点のずれる距離が変化することが確認された。

さらに、見えの消失点と、見えの角度の結果には一貫性がなかった。すなわち見えの消失点を決定している視覚メカニズムは、見えの角度を決定している視覚メカニズムとは異なっていることがわかった。

次に、前の実験で扉の開閉が見えの消失点の位置に影響を与えていることがわかったので、扉の開閉を見通せる距離の長短であると考えた実験をおこなった。実験には液晶シャッター方式の立体視メガネを使用し、CGで実験刺激を作成した。そして、観察者の見通し可能距離に関して両眼視差を用いて変化させて提示し、見通し可能距離の変化と見えの消失点のずれの変化を調べた。その結果、見通し可能距離が見えの消失点位置に及ぼす影響は個人に依存して異なり、3つの参加者グループに分類できるという結果が得られた。

さらに、3次元空間ではなく2次元の投影像における見えの消失点のずれに関する実験をおこなった。この実験では、絵画的な奥行き手がかりの異なる画像を生成し、それぞれの画像に対して見えの消失点位置を聞いた。その結果、見えの消失点位置のずれは、2次元の投影像においてもおこっていた。また、絵画的奥行き手がかりの量とずれの量は比例関係にあることがわかった。

屋外の直線道路風景を用いて見えの角度に関する実験をおこなった。直線道路の平行線が消失点にむかって作る角度を対象とした。実験の刺激は、直線道路の現場で直接観察した場合、プロジェクターで2次元平面にその風景を投影した場合である。その結果、知覚する角度は、現場での観察であっても、投影像であっても、投影像における物理的な角度の半分以下になるという過小視が起こるといことがあきらかになった。その時、現場における観察の方が、投影像の観察よりも過小視が有意に強くおこることがわかった。

次に、投影像の観察において通常の提示と上下を反転させた提示の場合において、見えの角度に違いがあるか確認する実験をおこなった。その結果、反転させた場合、

見えの角度の過小視は有意に弱くなることがわかった。

さらに、投影像の観察において、絵画的な奥行き量を変化させた場合、また動画像にした場合の実験をおこなった。その結果、絵画的奥行き手がかりの増加に伴って見えの角度の過小視は強くなり、動画像において最大の過小視となることが確認された。

以上の実験により、一点透視図法的な風景に関する見えの消失点について以下のことがわかった。①見えの消失点は、天井、左右の壁において、物理的な消失点とは異なる。②見えの消失点のずれは、投影像でもおこる。③見えの消失点は、観察者が見通せる距離と奥行き手がかりの量によって変化する。④見えの消失点の位置ずれを引き起こすメカニズムは、見えの角度の変化を引き起こすメカニズムとは異なる。

見えの角度について以下のことがわかった。①見えの角度の過小視は、屋内でも屋外でもおこる。②見えの角度の過小視は、平行線の提示位置が下か上か、それとも左右かで異なる。③見えの角度は、奥行き手がかりに依存し、動画像になると過小視が強くなる。

研究方法の(2)の項目については、まずステレオ動画像を用いて高精度な奥行き情報を得る手法の開発をおこなった。この手法は、正則化手法を用いたマッチングにより左右のステレオ画像から両眼視差を抽出する。次に動画像によりフレーム間の移動を勾配法によって検出し、検出された移動量を元に画像の解像度を向上させる。そして、その情報を用いて再びマッチング処理を行い両眼視差の推定精度を向上させる。この処理を必要なフレーム数において繰り返すことによってステレオ動画像による奥行き量推定精度の向上を試みた。その結果、ある一定の精度向上が確認できた。ただし、画像に合わせて、最適なパラメータに調節する必要があった。

一方、奥行き情報が画像処理得られたとして、これまでの研究で得られた拡大率関数、見えの消失点位置、平行線の見えの角度、これらの知見を元に画像を再合成する画像生成手法の開発をおこなった。この手法は、奥行き距離が観察者から遠いピクセルから順に、その大きさと位置を変化させて描画する。ただしこの手法には、奥行き情報が正確でなくてはならない、消失点位

置と平行線の入力は自動化されていないという問題点があった。また、画像の色や明るさに関しても印象を再現する手法を開発した。これは画像出力機器におけるダイナミックレンジの低下を補うもので、多段階露出した複数画像や、高ビット数の単一画像を基に再合成する手法を提案している。

研究項目(3)の項目については、一点透視図法的な風景の廊下を実験場所に用いた。研究項目(2)で生成した画像を実空間と比較して、生成画像が実空間での印象にどの程度近いかを聞く心理実験をおこなった。画像を生成する時、研究項目(1)において明らかになったように、消失点の位置に着目した場合と、平行線の角度に着目した場合は生成される画像は異なる。そこで、見えの消失点を再現した画像2種類と、見えの角度を再現した画像2種類、そしてコントロール条件としての透視投影画像の5種類で比較をおこなった。その結果、見えの消失点の再現を優先させた画像は消失点の印象が、見えの角度を優先させた画像は角度の印象がそれぞれ狙い通りに実空間に近いという結果が得られた。また、総合評価として最も実空間に近い印象が得られた画像は、見えの角度を再現した画像であった。また、見えの消失点を再現するよりも、見えの角度を再現した方が距離感の知覚において良好であることがわかった。

これらの研究成果は、「見たまんま写るんです」デジタルカメラの完成には十分であるとは言えないが、体験した風景に対する印象を静止画像や動画として記録する画像処理・生成技術のための基本技術として有効であると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

- ① Atsushi Osa, Kazumi Nagata, Yousuke Honda, Makoto Ichikawa, Ken Matsuda, Hidetoshi Miike, Angle illusion in a straight road, Perception, 査読有, 40 (11), pp. 1350-1356 (2011)
- ② Kazuyuki Miura, Atsushi Osa, Hidetoshi Miike, A Simulation of the Footsteps Illusion using a reaction Diffusion Model, IEEJ Transactions

on Electrical and Electronic Engineering, 電気学会論文誌C, 査読有, 129巻, 6号, pp.1156-1161 (2009)

- ③ 右山 剛, 杉村敦彦, 長 篤志, 三池秀敏, 多段階露出画像の統合による疑似エッジのない広ダイナミックレンジ画像の自動生成, 電気学会論文誌C, 査読有, 129巻, 5号, pp.956-962 (2009)

[学会発表] (計8件)

- ① Shunsuke Kakumori, Atsushi Osa, Hidetoshi Miike : Poles for Increasing the Sensibility of Vertical Gradient in a Downhill Road, International conference on Kansei Engineering and Emotion Research, pp.232-237, Makung, Taiwan (2012年5月23-25日)
- ② Misato Hayashi, Yousuke Honda, Atsushi Osa, Ken Matsuda, Hidetoshi Miike : Displacement of perceived vanishing point in a corridor scene, International conference on Kansei Engineering and Emotion Research, pp.571-577, Makung, Taiwan (2012年5月23-25日)
- ③ Kouki Ohtaka, Atsushi Osa, Atsuhiko Sugimura, Hidetoshi Miike, Yousuke Ikemoto, Masaaki Fukuda, Youko Koshiyama : Motion Sharpening and Its Stabilization Using Optic Flow Fields, International Workshop on Advanced Image Technology 2011 Proceedings, submission_44, Jakarta, Indonesia (2011年1月7,8日)
- ④ K. Takaki, H. Miike, A. Osa, and K. Okada : High dynamic range image composite using RAW data of a single image sensor, The 3rd International Workshop on KANSEI, Proceedings of The 3rd International Workshop on KANSEI, p.206, アクロス福岡, 福岡市 (2010年2月22,23日)
- ⑤ S. Fukuya, M. Hayashi, A. Osa, and H. Miike : A study on an angle visual illusion in the road image, The 3rd International Workshop on KANSEI, Proceedings of The 3rd International Workshop on KANSEI, pp.255-258, アクロス福岡, 福岡市 (2010年2月

22, 23 日)

- ⑥ Misato Hayashi, Yosuke Honda, Atsushi Osa, and Takeshi Kinoshita : Relationship between pictorial cues for depth perception and perceived vanishing points in pictures, Proceedings of The 3rd International Workshop on KANSEI, pp.100-103, アクロス福岡, 福岡市 (2010年2月22, 23日)
- ⑦ 林 美里, 本多 洋介, 長 篤志, 木下 武志, 実空間で知覚される消失点の位置に関する研究—空間印象の画像上での表現に向けて—, 第11回IEEE広島支部学生シンポジウム (HISS) 予稿集, 山口大学工学部, 宇部市 (2009年11月21, 21日)
- ⑧ 高木康一郎, 三浦一幸, 三池秀敏, 長 篤志, 人間の視覚特性を考慮したハイダミックレンジ画像生成に関する研究, 平成21年度 電気学会 電子・情報・システム部門大会 論文概要集 CD-ROM, p. 854, 徳島大学工学部, 徳島市 (2009年9月4日)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

長 篤志 (OSA ATSUSHI)

山口大学大学院理工学研究科・准教授
研究者番号 : 90294652