

平成 21 年 4 月 20 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2008

課題番号：19500154

研究課題名（和文）可視光ナイトビジョン実現のための要素技術の開発

研究課題名（英文）Development of Elemental Technology for Realizing Night-Vision
Using Visible Light

研究代表者

濱 裕光（HAMA HIROMITSU）

大阪市立大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：20047377

研究成果の概要：

本研究では、夜間における歩行者を巻き込んだ重大事故の防止と運転支援を最終目的として、可視光を用いたナイトビジョンの実現に必要な要素技術の開発を目的とした。主な課題は高輝度光源の影響除去であり、2つのアプローチを試み、両方式共に高輝度光源除去の効果を確認できた。また、運転手への情報伝達をどのように行うかは重要な問題であり、視覚的注意と認識度の関係、および小型ディスプレイで表示する際の画像の顕著性についても検討を行った。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	3,200,000	960,000	4,160,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：画像情報処理、可視光、高輝度光源、パターン認識、ナイトビジョン

1. 研究開始当初の背景

自動車が単なる移動手段、輸送手段として効率を追求してきた時代から安全、安心、快適な空間の創造へと価値観は変わりつつある。ITS（高度道路交通システム）に対する期待が高まってきており、そのための通信インフラは整いつつあり、各方面で多くの研究開発が進められてきたが、ここでは、画像処理からの貢献を目指した。特に、夜間における歩行者検知システムに関しては遠赤外線を利用したものが主流であり、実際に商品化されているものもあるが、性能面およびコスト面での制約があり、一部の高級車にしか搭載されておらず、広く普及するには至っていない。夜間は死亡事故が起こりやすく、これを防ぐことが重要である。車の夜間走行の事故発生原因は、注意力の低下、昼間感覚、暗がり、オーバースピード、幻惑の5つが挙げられる。そのうち眩惑については、ヘッドライトなどの高輝度光源の影響があるため歩行者などの輪郭が認識できないという問題がある。一方では、アラウンドビューモニターに代表されるように車に複数台のカメラを搭載しようとする傾向が強まってきている。また、可視光カメラ（普通のデジタルカメラ）を用いた交通標識、歩行者、前走車、対向車などの認識システムにおいては、撮影場所・照明条件・気象条件などに関する要求も厳しかった。研究代表者のグループでは、よい条件下でよい認識結果を得ることを目指すのではなく、本当に必要性の高い悪い撮影条件「小枝や看板、車などによる隠ぺい、逆光、高速道路でなく複雑な背景を持つ繁華街、小雨、明け方や夕暮れ」など、すなわち運転手が見落としやすい状況下での対象物の検知・認識システムの構築に注力し、いくつかの提案を行ってきた。コストおよび汎用性、機能面などの点において可視光による対象物認識システム開発の要望は強い。

2. 研究の目的

本研究では、夜間における歩行者を巻き込んだ重大事故の防止と運転支援を最終目的として、可視光カメラを用いたナイトビジョンの実現に必要な要素技術の開発を目的としている。人体の温度は一定であり、一般には背景に比べて高いので、遠赤外線を用いると歩行者検出の点では雑音の少ない画像が得られる。このことから、夜間の歩行者を検知するシステムには、世界中のほとんどの自動車メーカーが遠赤外線画像を採用してきた。しかし、赤外線カメラ自体が高価であり、さらにコスト以上に問題なのは遠赤外線画



歩行者いるよ！

図1 ヘッドライトによる画質劣化

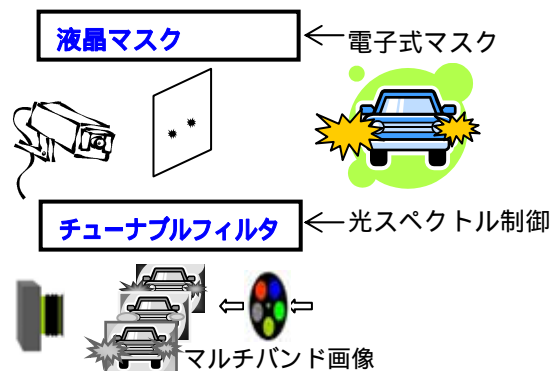


図2 領域選択的遮光と光スペクトル制御

像を用いたときのシステムの信頼性にある。真夏に昼間の太陽で熱せられた道路上を夜間に歩く歩行者や、真冬に厚着をして体温が外部に出にくい状況での歩行者の検知には失敗するケースが多い。一方、可視光カメラの機能（感度および解像度）は年々向上し、値段も下がっている。感度に関しては夜間に使用しても実用上はほとんど問題なくなっている。しかし、その最大の難点は、対向車のヘッドライトや外灯などの高輝度光源の影響による画像劣化であり、これらの悪影響を取除かない限り、その実現は難しいと思われる（図1）。ここでは、高輝度光源の影響を除去し、鮮明な画像を得ることを当面の目標とする。それが実現すれば従来から開発してきた手法が適用できるので、対象物の検知・認識のステップに入れる。そのために、次に述べる2つのアプローチを試みる（図2）。高輝度光源の領域を選択的に遮光する方式と高輝度光源と照射光源の光スペクトル特性の違いを利用し、光通過帯域を選択的に制御する方式である。帯域通過と阻止の両方が考えられるが、ここでは狭帯域通過方式により実験を行う。また、運転手への情報伝達

をどのように行うか、すなわち、認識結果をどのような手段で、どのようなタイミングで伝えるかは重要な問題であり、視覚的注意と認識度の関係、および小型ディスプレイで表示する際の画像の顕著性についても解明する。

3. 研究の方法

まず、最初の方式はレンズの前に液晶マスクを設置し、多段階撮影と画面上での高輝度光源領域を選択的に遮光することにより画質劣化を防止しようとするものである。露出を抑えて撮影した画像から高輝度光源領域を検出し、その部分を選択的にマスク遮光して撮影することで強烈な光源によるフレアーやゴーストなどの悪影響を取り除く。高輝度光源の影響を取除くことさえできれば、カメラの感度はそれほど大きな問題にはならない。2つ目の方式は、光狭帯域通過フィルターを用いて道路周辺にある外灯とヘッドライトの光スペクトル特性を調べ、その特性の違いを利用して高輝度光源の影響を除去する方式についても検討し、これらの結果から除去効果に対する評価を行う。また、画像の顕著性を主成分分析を用いて自動的に求める手法を開発する。

4. 研究成果

高輝度有害光源の影響除去に関しては、上記2方式のどちらの有効性も確認できた。マスク方式に関しては、高輝度光源を最小限の領域で遮光するために液晶マスク上の位置を自動的に抽出する方法を開発し、歩行者に見立てたモデルを用いた実験からは良好な認識結果を得た。光狭帯域通過フィルターを用いた実験からは、明らかに外灯などの光源の輝線スペクトル部分を用いることでヘッドライトなどの広帯域の光スペクトルを持つ高輝度光源に対する抑制効果が認められた。また、複数の輝線スペクトルの組合せを疑似カラーとして用いることで肌色検出などの可能性が示唆された。両方式共に、それぞれに優劣があり、今後さらに詳細な検討を重ねていく必要がある。ここで得られた鮮明な画像を用いてより頑健な認識システムの開発は今後の課題である。今後、入力画像から対象物の検出・認識に色と形状を同時に相補的に用いて信頼性を高める手法をさらに推し進める。従来から、交通標識、歩行者、自動車、ライセンスプレート、車線などの認識に関する先行研究は多いが、ほとんどが晴天昼間、広い直線道路などのよい条件下で実験が行われている。しかし、本当に必要性が高いのは悪い条件下でも確実に動作するシステムであり、その開発事例は少ない。

遮光マスクとしては、電子式の他にも機械式も考えられるが、応答速度、制御のし易さ

などの点からここでは、電子式を採用した。液晶マスクで遮光を行った場合、高輝度光源に起因するフレアーの影響が少なくなる代わりに別の十字型の強力なフレアーが表れる。これは液晶マスクを通過する光によって引き起こされる干渉現象で、現状では光源遮蔽によって除去することは不可能である。そこで、液晶マスク自体を回転させて2回撮影を行い、その明度比較から光源除去画像を得ることを試みた。処理全体の流れを図3に示す。液晶マスクを0°と45°回転させて画像を合成することで画像の鮮明化の効果が認められた。

さらに、実際にシステムを車に搭載して使用する場合、車の振動による位置関係の変化や他システムとの併用の上で撮影角度や位置、装置間の距離を可変とする必要がある。そのために遮蔽装置と可視光カメラのキャリブレーションが必要となるが、カメラの撮影範囲と遮蔽装置への投影範囲の関係が分かれば投射投影を用いて遮蔽すべき高輝度光源領域の投影範囲を推定することが可能である。一定ピクセルごとに黒い点を配置し、その周囲に色を4つ配置した画像(図4)を用いてキャリブレーションを行った。ここでは、可視光カメラでの夜間撮影時を想定し、液晶マスクを用いて高輝度光源の影響除去を試みた。そして、そのために必要な液晶マスクと可視光カメラのキャリブレーション手法を提案し、その精度評価と視認性についての検証を行い、本研究の手法の有効性を示した。さらに効率の良い遮蔽方法の考案、実際の車載についての検証などが今後の課題として挙げられる。

高輝度光源の影響除去のもう一つのアプローチとして、光通過帯域制御方式を用いて高輝度光源による影響を除去する手法について検討した。『Varispec 液晶チューナブルフィルタ、Cri VIS-10-HC-20』を用いて実験を行った。本研究では、可視光カメラにおいて光源のスペクトル特性の違いにより高輝度光源の影響を抑制する手法を提案し、被写体の認識が可能な画像を得ることができた(図5)。実用上は複数個の狭帯域通過ある

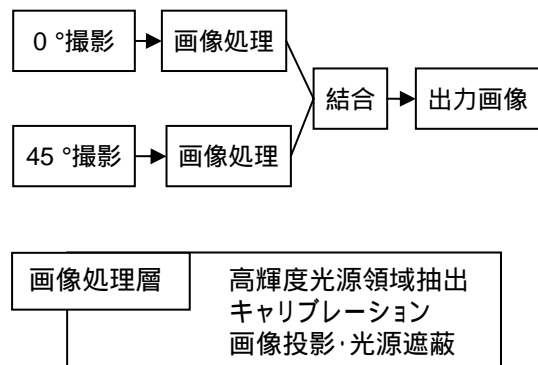


図3. 処理全体の流れ

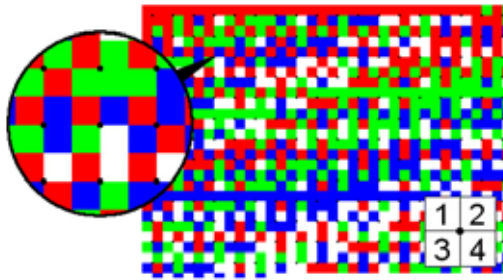


図4 キャリブレーション用の投影画像



図5 左：ほとんど見えない、右：見えるようになる(中心波長 550nm、通過帯域幅 10nm)

いは阻止画像を用いる。また、その画像から擬似カラー画像を作り、可視光に近い色合いで表現することができた。擬似カラー画像に普通のカラー画像におけるスキンカラーの検出手法を適用し、夜間における歩行者検出の可能性が示せた。また、スペクトル特性は光源によって異なるので、外灯やヘッドライトの種類を高速に自動判別する手法を開発する必要がある。

また、注意や認識度と視線の動きの関係解明に関して、心理実験を通して分かってきたことは、「重要なのは視線の静的な方向ではなく、動的な動きであり、人の注意がどこに向いているかと明確な関係があり、その動きから人の意図、認知を知ることができる」と言うことである。心理実験を通してある程度の解明は進んだが、視線の動きと視覚的注意および認識度の関係解明はまだ不十分である。静的な停留時間ではなく動的な動き、中心視より周辺視、両眼の視線の位置関係などに重点をおいて心理実験を進めてきた。情報伝達の手段の一つとして、自動車のフロントガラスに設置した小型パネルに必要な情報を提示するために小型画面ディスプレイに顕著性に従って自動的に拡大・縮小表示する手法の開発を行った。

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13件、全て査読あり)

Hiromitsu Hama, Thi Thi Zin and Pyke Tin, "A Hybrid Ranking of Link and Popularity for Novel Search Engine", *International Journal of Innovative Computing, Information and Control (Special*

Issue on New Trends in Information Processing and Applications), Vol.5, No.11, (to be published).

Takashi Toriu, Shigeyoshi Nakajima, and Hiromitsu Hama : A Model of Hierarchical Attention Focusing based on Saliency Map and its Application for a Display Method for Small Mobile Devices, *International Journal of Innovative Computing, Information and Control (Special Issue on New Trends in Information Processing and Applications)*, Vol.5, No.11, (to be published).

Thi Thi Zin, Hiromitsu Hama and Pyke Tin : Spatial Image Retrieval Based on Dynamic Thresholding, *International Journal of Innovative Computing, Information and Control (Special Issue on New Trends in Information Processing and Applications)*, Vol.5, No.11, (to be published).

Thi Thi Zin, Hideya Takahashi, and Hiromitsu Hama : Robust Person Detection in Far Infrared Images – Method based on Multi-slits and GC Movement Patterns, *International Journal of Innovative Computing, Information and Control (Special Issue on New Trends in Information Processing and Applications)*, vol. 5, No. 3, pp. 751-761, Mar. 2009.

Pyke Tin, Thi Thi Zin and Hiromitsu Hama, "A Novel Interdisciplinary Approach to Deep Web Search Engine", *International Journal of Computer Science and Network Security*, Vol. 8, No.11, pp.169-176, Nov. 2008.

河合宏紀、濱裕光 : パンチルトカメラを用いた自己位置の高精度推定法 (Accurate Self-localization Method Using a Pan-tilt Camera)、*システム制御情報学会論文誌*、(SCI: *Systems, Control and Information*), Vol. 52, No. 1, pp. 1-9, Jan. 2008.

Thi Thi Zin, Sung Shik Koh and Hiromitsu Hama : Robust Signboard Recognition in the Presence of Occlusion and Reflection, *International Journal of Innovative Computing, Information and Control (Special Issue on Image and Signal Processing Techniques)*, Vol. 3, No. 6, pp. 1321-1334, Dec. 2007.

Thi Thi Zin and Hiromitsu Hama : A Method Using Morphology and Histogram for Object-based Retrieval in Image and Video Databases, *International Journal of*

Computer Science and Network Security, Vol. 7, No. 9, pp. 123-129, Sep. 2007.

Thi Thi Zin, Sung Shik Koh, and Hiroimitsu Hama : Robust Signboard Recognition for Vision-based Navigation, *The Journal of the Institute of Image Information and Television Engineers*, Vol. 61, No. 8, pp. 1192(114) ~ 1200(122), Aug. 2007.

Sung-Shik KOH, Thi Thi Zin, and Hiroimitsu Hama : Analysis of Geometrical Relations of 2D Affine- Projection Images and Its 3D Shape Reconstruction, *Journal of The Institute of Electronics Engineers of Korea*, Vol. 44-SP, No. 4, pp. 1-7, Jul. 2007 (in Korean).

Thi Thi Zin, Sung Shik Koh, Pyke Tin, and Hiroimitsu Hama : Novel Template Matching for Extremely Blurred Images, *Journal of Myanmar Academy of Technology*, vol. 7, Jun. 2007.

Sung Shik KOH, Thi Thi Zin, and Hiroimitsu Hama : Noise Level Evaluation of 2-D Observation Matrix after Recovery of Missing Data, *Lecture Series on Computer and Computational-Science VSP/Brill*, vol. 8, pp. 109-112, Apr. 2007.

Thi Thi Zin, Sung Shik Koh, and Hiroimitsu Hama : Removal of Occlusion and Reflection using Adaptive Rank Filter for Robust Template Matching, *Lecture Series on Computer and Computational-Science, VSP/Brill*, vol. 8, pp. 302-306, Apr. 2007.

[学会発表](計7件、全て査読あり)

Hiroimitsu Hama, Thi Thi Zin, and Pyke Tin : Ranking System for Image Database Using Special Type of Markov Chain, *Digital Image Computing: Techniques and Applications (DICTA2008)*, Canberra, Australia, pp. 556-563, Dec. 3 2008.

Thi Thi Zin, Pyke Tin, and Hiroimitsu Hama : Object Image Retrieval in Deformable Shapes Using Morphological Operations Based on Dominant Color Regions, *Digital Image Computing: Techniques and Applications (DICTA2008)*, Canberra, Australia, pp. 548-555, Dec. 3 2008.

Takashi Toriu, Shigeyoshi Nakajima, and Hiroimitsu Hama : Hierarchical Attention Focusing and a Display Method

for Small Mobile Devices, *Intl. Conf. on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC2008)*, Dalian, China, Jun. 18 2008.

Thi Thi Zin, Hiroimitsu Hama, and Pyke Tin : Robust Detection and Segmentation of Images with Tolerance, *Intl. Conf. on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC2008)*, Dalian, China, Jun. 18 2008.

Hiroimitsu Hama, Thi Thi Zin, and Pyke Tin : Novel Search Engine: Combination of Link and Popularity Rank for Multimedia Retrieval, *Intl. Conf. on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC2008)*, Dalian, China, Jun. 18 2008.

Thi Thi Zin, Hideya Takahashi, and Hiroimitsu Hama : Robust Person Detection using Far Infrared Camera for Image Fusion, *Intl. Conf. on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC2007)*, Kumamoto, Japan, Sep. 6 2007. (*1)

Nobuhide Okabayashi, Hideya Takahashi, Tahito Aida, and Hiroimitsu Hama : High-Resolution Image Restoration from Low-Resolution Images, *-Preprocessing for Pattern Recognition-*, *Intl. Conf. on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC2007)*, Kumamoto, Japan, Sep. 6 2007.

(*1)最優秀論文賞受賞(624編中)

[産業財産権]

出願状況(計2件)

名称:昼夜を問わずに利用可能な頑健性の高い歩行者検出法

発明者:濱裕光、パイティン、ティティズイン、渋谷喜一郎

権利者:大阪市立大学、パイティン、ティティズイン、渋谷喜一郎

種類:特許権

番号:特願 2009-38332

出願年月日:2009年2月20日

国内外の別:国内

名称:グラフにおけるリンク構造を利用したノードの自動クラスタリング

発明者:濱裕光、パイティン、ティティズイン、渋谷喜一郎

権利者:大阪市立大学、パイティン、ティティズイン、渋谷喜一郎

種類：特許権
番号：特願 2009-38325
出願年月日：2009年2月20日
国内外の別：国内

〔その他〕

ホームページ

<http://www.info.eng.osaka-cu.ac.jp/~hama>

研究者一覧 詳細

<http://www3.osaka-cu.ac.jp/researchers/researchers/view/610>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

濱 裕光 (HAMA HIROMITSU)

大阪市立大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：20047377

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

鳥生 隆 (TORIU TAKASHI)

大阪市立大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：80347484