

車載用 3D LiDAR 関連の測距装置に関する調査報告

桑山 哲郎 (3D フォーラム世話役)

E-mail: tkuwa@ga.catv-yokohama.ne.jp

2018年12月28日開催の第125回3Dフォーラム研究会では、2通の配布資料を基に、報告時点までの最新動向を解説した。その後「3D映像」の編集作業を行ううちに、次々に新しい動向が伝わってきた。ここでは、最新の話題について恣意的に取り上げるとともに、報告文書だけでは十分伝えきれない事項を報告する。なお、参照・引用文献については、個別の文章中に記入する。

1. はじめに

3D映像に関連する情報の収集・分析の一環として、車載用の測距技術ウォッチングを行ってきたところ、依頼を受け、2018年9月5日第149回微小光学研究会で講演を行った。予稿に対し誤記訂正・加筆を行った文書を3Dフォーラム第125回研究会で配布した。

【文献1：桑山哲郎，「人の奥行き知覚と車載測距装置の特性比較」，MICROOPTICS NEWS 微小光学研究会会誌，Vol. 36, No. 3, pp.31-36 (2018)】またこの調査活動を継続し、各社の対応についてまとめた。

【文献2：桑山哲郎，「車載LiDARを中心とした測距装置への各社の取り組み」，O plus E, Vol. 40 No. Vol. 40 No. 7 pp.918-925 (2018)】口頭での報告内容に、その後の情報を追記する。



図1 ステレオカメラの外観

2. 見通しが立ちにくい測距装置の「本命」

2019年3月6日、ロイターニュースは「焦点：自動運転技術支える“眼”，ライダー開発競争の視界不良」という見解を掲載している【文献3：<https://jp.reuter.com/news>】これは、車載用LiDARの開発に関しては数多くの技術・方式が提案され、開発のための投資が高額になっているのに対し、あまりにも「本命」の見通しが立たない。またそもそも車載用のLiDARが自動運転実現に不可欠であるかどうかという論議も続いている。世界中で、メーカーが主力の数社に絞られるのは2025年以降、早くても2030年という見通しもある。

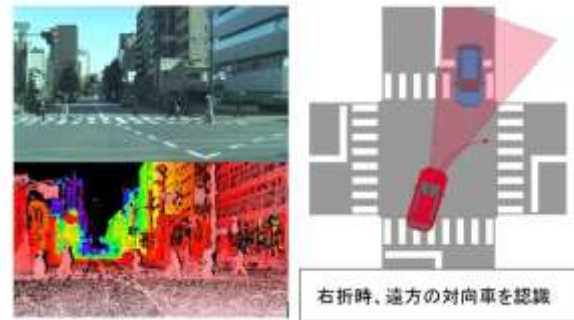


図2 右折時の望遠カメラの働き

3. 4眼式のステレオカメラ

LiDAR 不要論の主張すべてではないが、十分手馴れているステレオカメラの技術を用い、高速道路や幹線道路における遠方の状況抽出・判断と左折・右折における障害物検出を実現する製品が発表されている。2019年3月6日、ZMP社から発表された「Robovision@3ステレオカメラ」は、水平画角40° 基線長230mmの望遠ステレオカメラと水平画角110° 基線長150mmの広角ステレオカメラを備えている。高性能のステレオカメラとして製品提供が始まっている。

【https://www.zmp.co.jp/news/pressrelease_20190306 文献4 図はZMP発表資料より】

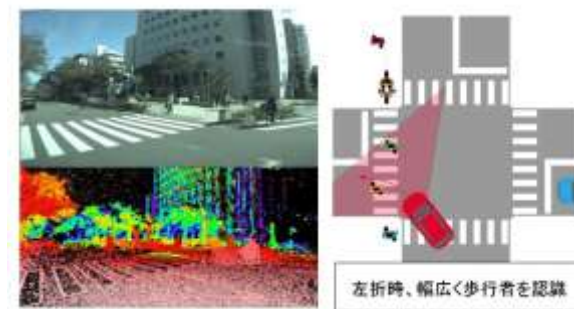


図3 左折時の広角カメラの働き

4. 瞳分割（ひとみぶんかつ）による測距

一眼レフカメラのオートフォーカスでは、「位相差方式」のフォーカス検知が主として用いられる。これは、合焦判別が高精度で行えることと、前ピン・後ピンなどのデフォーカス量がかなりのレベルで実現できることによる。デジタルカメラでは、「像面位相差

方式」へと技術が発展し、ミラーレスカメラの発展へと繋がっている。これらのフォーカス検知技術は、設計仕様によっては車載用の測距装置にも使用できる可能性がある。以下、3D 映像技術の技術史の視点からトピックスを取り上げる。

・大口径単レンズを用いるステレオカメラ

一台のカメラボディに2本の撮影レンズを備えたステレオカメラは1840年代に登場しているが、1936年に C. Kennedy が発表したステレオカメラは、大口径の撮影レンズを用い、絞り面に2つの開口を配置してステレオ写真を撮影するものである。【図4 文献5：大越孝敬，『三次元画像工学』，pp. 8，産業図書(1972) 新版は 大越孝敬，『三次元画像工学』，p:p.10，朝倉書店(1991)】

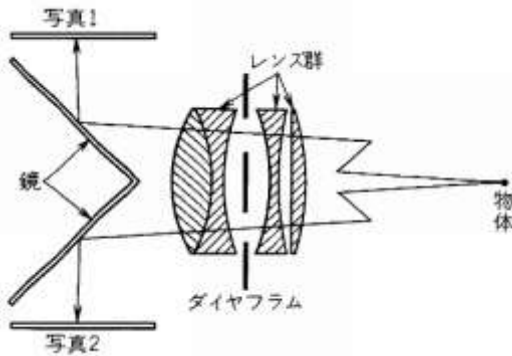


図4 大口径レンズを用いるステレオカメラ

一方、撮影光学系の結像（フィルム）面の近くにマイクロレンズアレイを配置し、撮影レンズの開口部にカラーフィルターを配置し、フルカラーの16mm映画を撮影・映写する方式は1910年代に商品として発売されている。【図5 文献6：桑山哲郎，巻頭グラビア 画像機器と色の研究を巡る話題から 第5回「カラー画像技術におけるレンチキュラーレンズの利用」，日本色彩学会誌，Vol.39, No.3 pp.108 (2015)】

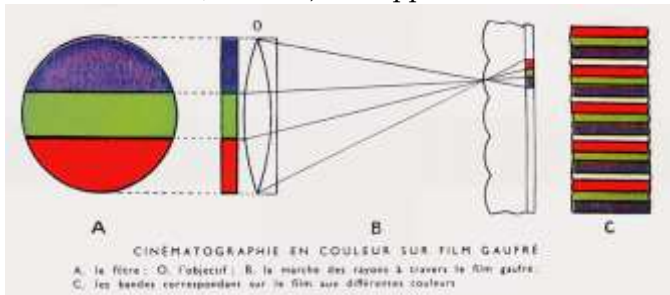


図5 レンチキュラーレンズのフィルムを用いるカラー方式

この2つの技術の組み合わせとして、単一レンズを用いて撮影してアナグリフのステレオ写真を得ることができる発明が1970年に出願されている。【図6 文献7：桑山哲郎，巻頭グラビア 画像機器と色の研究を巡る話題から 第16回「色フィルター付きの絵本—その2：アナグリフ3D映像技術を用いる絵本とカメラ」，日本色彩学会誌，Vol. 41 No. 3 (2017)】

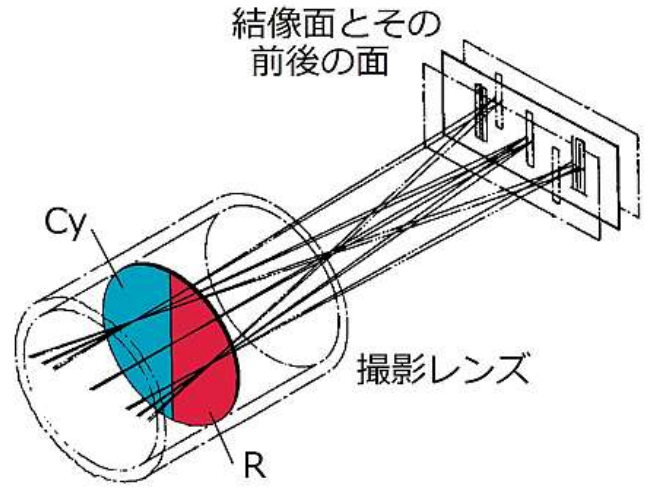


図6 アナグリフ撮影光学系

撮影レンズの瞳面を分割して色フィルターを配置する方式は、新たな形で注目を集めている。【文献8：三島直，佐々木貴之，「単眼カメラで撮影した1枚の画像から精度良く距離計測できるカラー開口撮像技術」，東芝レビュー Vol. 73 No.1, pp. 39-(2018) https://www.toshiba.co.jp/tech/review/2018/01/73_01pdf/f02.pdf】

使用者が直接目視する場合は、立体的な対象物に対して十分な撮影基線長をとることが必要となるが、デジタルデータの場合には、システム全体で十分なS/Nが確保できれば良く、自動車の車体のあちこちに設置する測距センサーとしての可能性が考えられている。

5. 展望（私見）

歴史的な光学系の変遷からの考察として、車載用の測距装置についての見通しを述べたい。

見通しが立て難い技術の見通しを質問される場合、「本命の技術はどれか？」と短絡的な結論を求められることも多い。けれども単一の技術が全体を制することは無いと、個人的には考えている。

適切な対比例であるかは疑問だが、カラー映画の方式を紹介する。銀塩フィルムが赤色に感度を持つようになり、劇場公開映画としては、3色分解の“テクニカラー”方式が主流となった。一方アマチュアに対しては、前述のレンチキュラーレンズをフィルムベースとして用いる方式が提供され、カラーリバーサルフィルムが実用化するとこれを利用することとなった。

一方劇場用では、ごく一部リバーサルカラーフィルムが使用されたものの、3色分解の方式は利点が多く、ゆっくりとカラーネガフィルムで撮影する方式に置き換わった。

車載用の測距装置では、超音波やレーダーを用いる接近物センサーとの組み合わせでシステムが構成されると予想する。

(以上)