

論文

モバイル用プレゼンテーションカメラの開発

横田 裕史* 大畑 敏美* 浅見 樹生* 阿保 友二郎**
 大高 忠*** 日比野 克彦***

Development of a Mobile Presentation Camera

Hiroshi Yokota*, Toshimi Oohata**, Tatsuo Asami*, Yujiro Abo**,
 Tadashi Ootaka***, Katsuhiko Hibino***

We succeeded in developing a small, light, advanced camera for presentations at low cost. It is designed for mobile use to make a clear distinction from existing all-in-one, stationary products. It can be connected with the USB port of notebook computers. Processing is done in software on the personal computer, and using power supplied via USB made a camera power supply unnecessary. We used a board lens for CMOS cameras of 1.3 million pixels to keep the price low. To increase added value, we developed and added an auto focus function, which is not provided in cheap cameras. For hardware development, we designed and made the mounting circuit for the lens drive. For software development, we developed and made the auto focus algorithm using image data processing, and checked its operation. Moreover, we used CAD to pursue a more functional and externally beautiful design. We made a gypsum model for trial purposes. We achieved good results in making a trial product aimed at commercialization.

キーワード: 書画カメラ, プレゼンテーション, モバイル

Keywords: Presentation camera, mobile, USB interface

1. はじめに

近年, 様々な場面でプレゼンテーションを行う機会が増えている。会議, 展示会, 教育現場等, 多岐にわたる。その際, よく使われるツールが, パソコン, プロジェクタ, そしてプレゼンテーションカメラ(書画カメラ)である。資料や試作品を撮影し, 画像をパソコンやプロジェクタ等に出力して映し出す装置である。事前に作成した電子資料以外に, 手元資料や配布できない機密資料を表示することができる。またライブ映像を出力可能であるため, 試作品等をプロジェクタで投影し, 写真では伝えられないリアルな映像を表示することが可能であり, プレゼンテーションにおいては非常に有効で便利なツールである。

従来製品は, 据え置きを前提としたものが多く, 持ち運びは困難である。そこで, 株式会社ポート電子と共同で, モバイル用途に対応したプレゼンテーションカメラを企画し, 開発・試作を行った。

2. 新規製品の開発方針

従来製品が大型で重量があることから, 小型・軽量化を目指すこととなる。また従来製品は高価であり, さらなる価格上昇につながると製品としては魅力が薄れてしまう。種類は少ないが, 高価な小型・軽量の製品は, 既に市販されている。また低価格を追求するため, 安価な部品を用いて実現することで, 低性能あるいは低機能な製品となった場合, 同様に魅力が薄れるとともに, 安易に他社の模倣・追従を許すこととなる。

そこで, 従来製品との比較を行い, 開発目標を設定した(表1参照)。実現するため, 発想を転換し, 従来製品とは内部構造を大幅に変えることを検討した。ノートパソコンとともに持ち運び, パソコンにUSB端子で接続して使用する製品を想定した。部品点数を削減することにより, 低価格で小型・軽量の製品の実現を目指した。さらに付加価値を追加することを重要視した。

* ITグループ

** デザイングループ

*** 株式会社ポート電子

表1. 従来品との比較および開発目標

	従来品	新規開発品	開発目標
外観			ノートパソコン と USB 接続
	据置型	モバイル対応	
接続	RGB 端子またはビデオ端子でモニタに接続	パソコンに USB 端子で接続	
電源	商用 100V	パソコンの USB 端子から供給	商用電源不要
機能	オートフォーカス無し (一部機種除く)	オートフォーカス機構の新規開発	高機能
重量	約 10kg 程度	(目標) 1kg 以下 (本開発品)	小型・軽量
価格	20~50 万円	(目標) 8 万円程度 (本開発品)	低価格

従来製品は、カメラとパソコンが並列し、プロジェクタに RGB 端子またはビデオ端子により接続され、画像は切り替えて投影する。各デバイスは、それぞれ独立して機能する (図1 参照)。

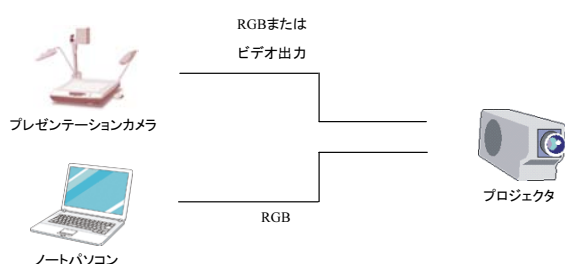


図1. 従来製品の接続構成

本開発品は、パソコンに USB 端子で接続され、パソコンと一体でプレゼンテーションカメラとして機能する点の特徴とする (図2 参照)。パソコンは、さらにプロジェクタに接続される。

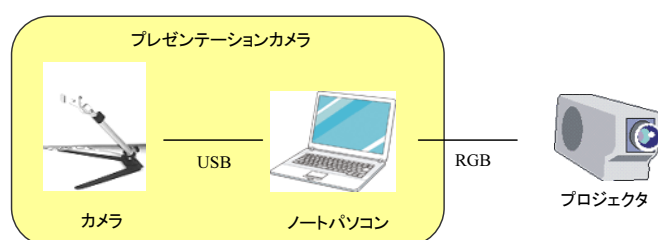


図2. 新規製品の接続構成

このような構成とすることにより、カメラ側の構造は非常にシンプルとなる。内部構成は基本的に以下の部品のみで構成される。

- ①レンズ
- ②CMOS センサ
- ③USB 接続インターフェース

①のレンズは、低価格なボードカメラ用レンズを使用した。②の光を電気信号に変換する受光素子は、近年普及が

進んでいる低価格な CMOS センサを用いた。性能を維持するため、画素数は 130 万画素を使用した。③のパソコンとの USB 接続を行うインターフェース回路を付与した。

このような構成とすることにより、従来製品ではカメラとパソコンで重複していた機能、および部品として CPU と電源回路が不要となった。画像処理等の複雑で負荷のかかる処理、あるいは後述するオートフォーカス機構の制御は、USB 接続したパソコンの CPU が処理を行うため、カメラ側には CPU を搭載しない。カメラ用の直流電源は、USB 端子を通じてパソコンから給電するため、電源回路は不要である。商用 100V 端子に接続する電源ケーブルも不要であり、カメラ側の接続端子は USB 接続端子のみである。

部品点数の削減によるコスト低減以外にも、新たにメリットが生じる。処理は基本的にパソコン側で行うため、新しい機能を追加する際は、パソコンの Windows 環境にてソフトウェアを追加することで容易に機能追加が実現可能となる。

以上のように構造を見直すとともに、さらに付加価値を高めるため、画像処理技術を応用したオートフォーカス機構を新規に開発・付与した。また製品におけるデザインの重要性も考慮し、機能的な美しさを目指したデザイン開発を行った。

3. オートフォーカス機構の開発

画像処理技術を応用したオートフォーカス機構を開発した。それに伴う画像処理や小型モータ制御については、パソコン側のソフトウェアにより行う。

3.1 ハードウェア開発 カメラヘッド部分に、以下の回路を実装した (図4 参照)。

- ①小型ステッピングモータ
- ②モータ駆動回路

レンズの焦点距離を変更するため、レンズを回転するモータおよび駆動回路を実装した。USB 接続したパソコン

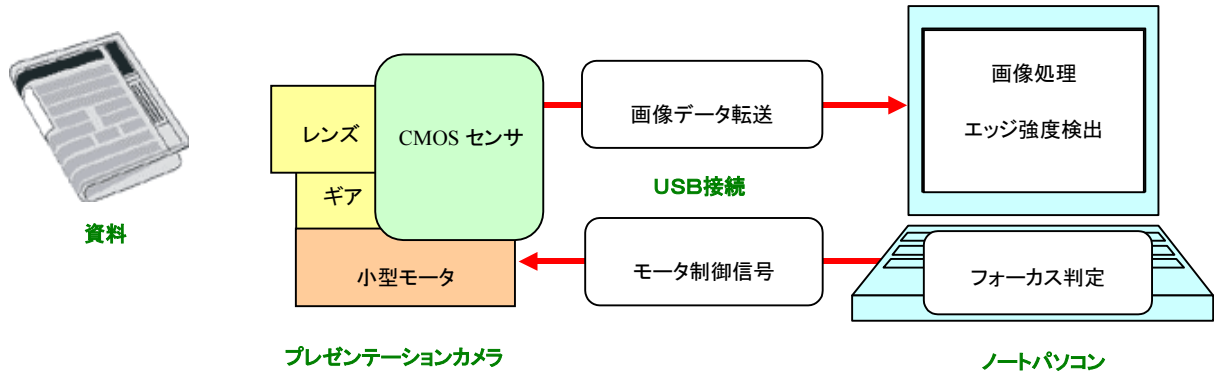


図3. オートフォーカス機構の仕組み

からソフトウェアにて制御する。

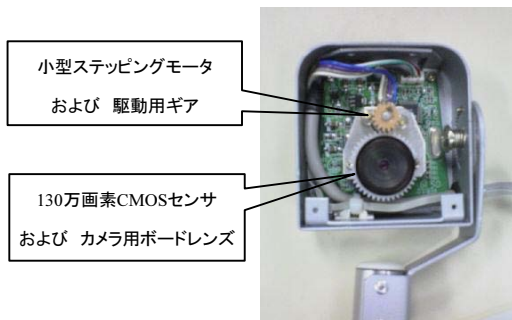


図4. オートフォーカス実装回路（カメラヘッド部分）

3.2 ソフトウェア開発

(1) オートフォーカスの原理

カメラで写す資料に、レンズの焦点が合っている場合に、画像のエッジ強度が最大になる（図5参照）。

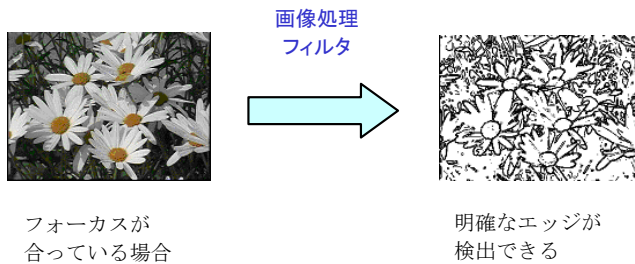


図5. ソフトウェアによる画像処理

画像のエッジ検出は、画像の濃度変化を求めるもので、一次微分を行うことにより求める。 (x,y) を処理対象画素として、その画素値が $f(x,y)$ で得られるとすると、X 方向の微分値 Δf_x 、Y 方向の微分値 Δf_y は、以下の式で表される。

$$\Delta f_x = f(x+1,y) - f(x,y) \dots\dots\dots (1)$$

$$\Delta f_y = f(x,y+1) - f(x,y) \dots\dots\dots (2)$$

エッジ強度は、水平方向および垂直方向の強度を合計した以下の式

$$((\Delta f_x)^2 + (\Delta f_y)^2)^{1/2} \dots\dots\dots (3)$$

または以下の近似式

$$|\Delta f_x| + |\Delta f_y| \dots\dots\dots (4)$$

で求められる。

デジタル画像のデータは離散的であるため、式（4）のように処理対象画素の隣接画素同士の差をとる演算（差分）で微分を近似する。また一次微分は雑音にも反応するため、隣接画素との平均操作を含むことで雑音の影響を低減させることができる。具体的には、図6の3×3のマトリクスをオペレータとして、原画像に掛け合わせて数値を求めることでエッジ強度を算出した。

1	0	-1
1	0	-1
1	0	-1

水平方向

1	1	1
0	0	0
-1	-1	-1

垂直方向

図6. オペレータによる画像処理

(2) オートフォーカスのアルゴリズム

カメラとパソコンを USB 接続し、カメラ側から画像データが転送され、パソコン側で画像処理を行った結果により、パソコン側からモータ制御信号が送られる。これを繰り返すことでオートフォーカスを実現する（図3参照）。

以下のフローチャートにより、オートフォーカスを実現するソフトウェアを開発した（図7参照）。

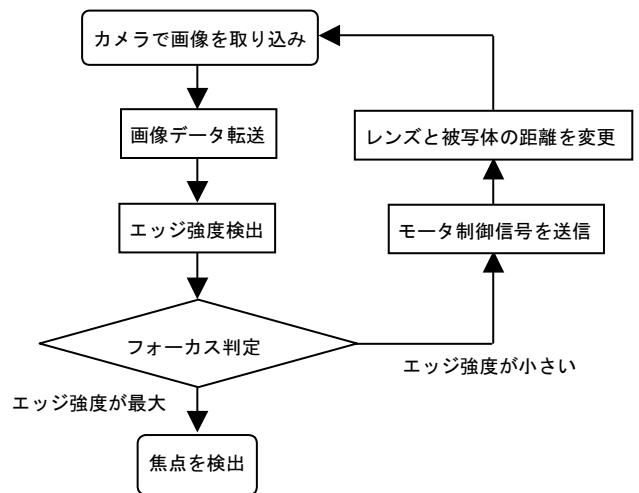


図7. フローチャート

4. オートフォーカス機構の評価

以下の図8に、実際に小型ステッピングモータを回転した際の、エッジ強度の変化の測定結果を示す。

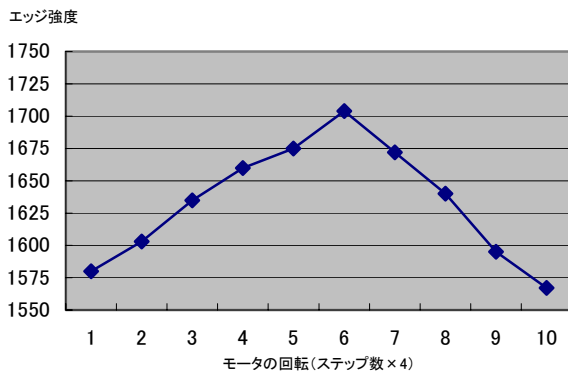


図8. 取込んだ画像のエッジ強度の測定結果

小型モータを回転していくと、検出した画像のエッジ強度の値が、変化していくことを確認した。これを利用し、開発したソフトウェアでは、エッジ強度が最大値をとる場合に焦点が合っていると判定を行うこととした。

5. デザイン開発

デザインが製品の売上げを左右することも考慮し、デザインを製品の重要な要素と位置付けた。CADによるデザイン設計を行い、3Dプリンターにより、石膏モデルの作成を行った。



図9. (上) デザイン開発品
(下) 試作品(板金製)

試作品(図9下)は、製品の企画によって設定した開発目標の機能実現を目指して板金にて作成した。デザイン開発品(図9上)は、機能的な美しさを追求することを目指した。

全長は持ち運びを考慮してA4の長手方向(297mm)と同サイズとし、使い勝手も考慮した。全体になめらかな曲線で構成されており、樹脂成形により製品を実現する。

6. まとめ

本共同開発研究の内容は、総合的な新製品開発であり、製品の企画を行う段階から取り組みを行った。

モバイル用途を想定した、新しいコンセプトのプレゼンテーションカメラ(書画カメラ)を企画した。新技術開発やデザイン開発は、商品力向上のための重要な要素と位置付けており、使う人の立場に立った機能性の向上を目指した。以下の特徴を持つ試作品を作成した。

- ①モバイル用途 ノートパソコンとともに持ち運び、パソコンのUSB端子に接続して使用する
- ②小型・軽量 約1Kg
(鞆に入れて気軽に持ち運べる重量)
- ③高機能 画像処理技術を応用したオートフォーカス機構を搭載
- ④専用電源不要 パソコンのUSB端子から供給(パソコンのバッテリーから駆動可)
- ⑤低価格 販売価格目標 約8万円
(従来品20~50万円)
- ⑥デザイン 使い勝手の良さ及び機能的な美しさを追求

モバイル用途に対応し、「低価格、小型・軽量、高機能」を実現したプレゼンテーションカメラの試作を行うことができた。非常に使い勝手のよい製品となり、プレゼンテーションを行う際には効果を発揮できるものと期待される。

表2. 基本仕様

総画素数	130万画素(1280×1024) (画像解像度1024×768以上のパソコンに対応)
インターフェース	USB2.0規格
撮影領域	Max 300×210(mm) Min 122×86(mm)
外形寸法	370×110×65(mm)
質量	約1kg
対応OS	Windows XP

(平成18年10月25日受付,平成18年12月15日再受付)

文 献

- (1)大畑敏美,北原枢,土屋敏夫,戸田知雄,上野章,糸永正敏:「口腔内検査用カメラの開発」,東京都立産業技術研究所研究報告, No. 6, pp. 113-114 (2003)
- (2)佐藤正利,大畑敏美,加世田光義:「個人宅設置型小型セキュリティ監視装置の開発」,東京都立産業技術研究所研究報告, No. 7, pp. 81-82 (2004)
- (3)酒井幸市:「デジタル画像処理入門」,CQ出版社
- (4)増田久喜:「USBターゲット機器開発のすべて」,CQ出版社
- (5)松原拓也:「USB機器の製作」,電波新聞社