

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25年6月20日現在

機関番号：55301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010年度～2012年度

課題番号：22500524

研究課題名（和文） 視線を用いた家電製品のコントロールシステムの構築

研究課題名（英文） Construction of control system for electrical appliances
using eye-gaze

研究代表者

藪木 登 (YABUKI NOBORU)

津山工業高等専門学校・情報工学科・教授

研究者番号：50200572

研究成果の概要（和文）：

本研究では、身障者や高齢者のような介護が必要な人の生活支援において、手足が不自由な要介護者が家電製品を簡単にコントロール（電源の ON、OFF など）できるシステムを構築することを目的とする。すなわち、要介護者の視線を画像処理により検出し、その視線方向にある家電製品をリモコンで無線コントロールする視線コントロールシステムを構築する。本システムの特徴として各家電製品に一台ずつカメラを設置（カメラ一体型家電装置）しておき、カメラは無線 LAN により画像処理・制御用パソコンと繋がっている。

そこで、まず、カメラ1台と家電製品(テレビ)1台のコントロールシステムを構築した。次に、2台以上の家電製品それぞれにネットワークカメラを設置する。各カメラで撮影された映像をもとに、その都度、顔がどちらの装置に向いているかの判断を行い、カメラ画像の優先度を判定する方法を検討した。その方法を視線コントロールシステムに組み込み、最大7台のカメラを用いてシステムが動作することを確認した。また、制御対象となる家電のコントロール項目を増やし、一例としてテレビのチャンネル、音量、電源のオン/オフをシステムに設定し、動作の確認を行った。

以上により、「視線を用いた家電製品のコントロールシステムの構築」における基盤システムは構築できた。さらに、関連した性能改善の方法などについても検討を行った。

研究成果の概要（英文）：

In this paper we propose an eye-gaze system that uses freely arranged multiple network cameras to reduce the burden of users. The proposed eye-gaze system is a remote control system that allows the users to control appliances by gazing at the electrical appliances. The proposed system is composed of a block of Face Detector, Camera Controller, Eye-gaze Detector and Remote Controller. We propose a method for the face detector using multiple cameras, so that the head of the user does not have to be stationary while it is under the eye-gaze detector process. One of the features of this proposed system is to use network cameras and wireless LAN. In addition the camera and electrical appliances assume an all-in-one design. As a result, the setup is simplified, and it becomes easy to increase the number of cameras.

We constructed the control system for electrical appliances using eye-gaze. In addition we studied methods of performance improvements for this system.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成22年度	1,700,000	510,000	2,210,000
平成23年度	800,000	240,000	1,040,000
平成24年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：福祉用具、支援機器、画像処理、障害者支援、視線利用、動的ネットモデル

1. 研究開始当初の背景

ALS(筋萎縮性側索硬化症)患者等は病状が重篤になると四肢障害ばかりでなく、呼吸や発声も困難となってしまう、人とのコミュニケーションに支障をきたすようになる。しかし、知能や知覚、眼球機能は最後まで維持されることが多い。そこで、人の視線には、その人の興味や関心、意図などを反映するため、それらの情報を抽出することで ALS 患者などでもコミュニケーションが取れるようになる。このように視線測定装置を福祉・介護に利用する場合を考え、視線検出の研究が盛んに行われている。そこで、我々は視線を入力インタフェースとして使い、室内にあるテレビや照明などの家電製品に向かって視線を送ることにより、その製品を操作(ON、OFF など)するシステムを構築している。

2. 研究の目的

本研究では、カメラと家電製品を一体化し、家電製品を注視することによりその製品の動作をコントロールできるシステムおよび、複数の家電製品にも対応できるシステムの構築を行うことを目的としている。さらに、本システムの性能改善に関する事項について検討を行う。

3. 研究の方法

- (1)カメラから画像入力を行い無線 LAN によりコンピュータに取り込み、画像処理技術等を用いて、本システムを動作させるためのプログラム開発とシステム設定を行う。ただし、家電製品 (テレビ) 1 台にカメラ 1 台が取り付けられているとして、代わりに家電製品の側にカメラを設置することで実施する。
- (2)家電製品が数台になった場合にカメラも数台となるため、その対応のシステムに改善していく。
- (3)視線検出精度、処理時間の向上などの性能改善のための各種検討を行っていく。

4. 研究成果

以下に研究成果を示す。

(1) 視線を用いた家電製品のコントロールシステムの構築

本研究の視線制御システムの概略図を図 1 に示す。本システムの特徴は無線 LAN 環境でネットワークカメラを使うことである。これによりカメラの設置制限をなくし、コードの煩雑さの解消やカメラ台数の増加が容易になる。さらにカメラ 1 台の場合の撮影範囲が狭く、利用者が移動した場合捉えきれないと

いった問題を複数台のカメラを用いて解決する。なお、カメラは家電製品と一体型を想定しているため、カメラと家電製品との位置関係を考えることなく視線制御が可能となる。視線制御システムの動作は「顔の検出」、「カメラの制御」、「視線検出」、「リモコン制御」の 4 ブロックに分けられ、この順に処理は行われる (雑誌論文①、学会発表①、③)。図 2 に本提案システムのフローチャートを示す (学会発表④、⑥)。

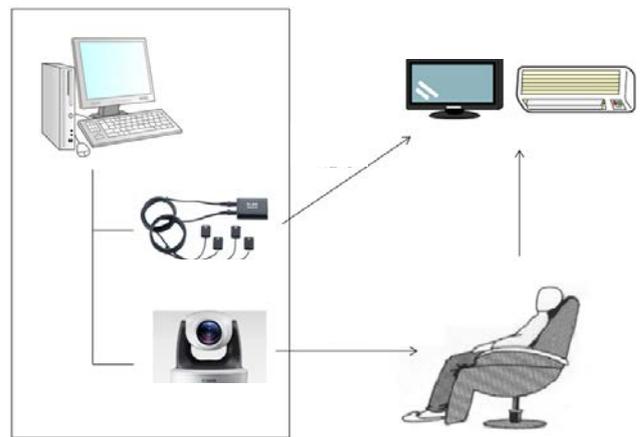


図 1 視線制御システムの概要図

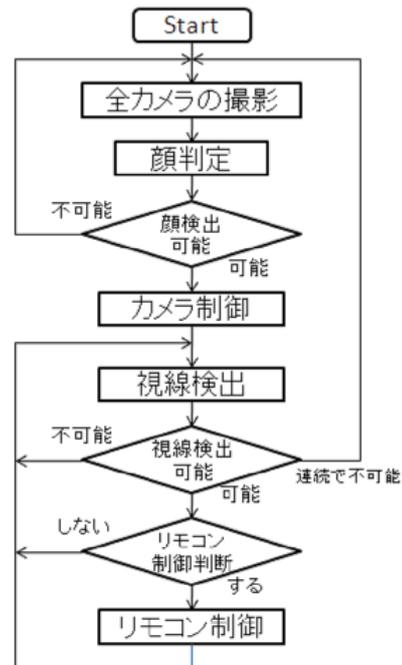


図 2 視線制御システムのフローチャート

各処理の詳細については、参考文献を参照下さい（雑誌論文①、学会発表①、③、④、⑥）。図 2 のシステムをプログラムにより構築した。

さらに、各カメラで撮影された映像をもとに、その都度、顔がどちらの装置に向いているかの判断を行い、カメラ画像の優先度を判定する「顔判定」の処理を新たに追加した。この処理のフローチャートを図 3 に示す。また、図 4(a)の入力画像に対する「顔判定」処理結果を図(b)、(c)に示す。図(b)は肌色領域を抽出した結果で、図(c)は抽出された肌色領域から形状係数 K を求め、 K の値が指定範囲にあればその領域を顔と判定している。この処理を視線コントロールシステムに組み込み、最大 7 台のカメラを用いてシステムが動作することを確認した。図 5 は、7 台のカメラを用いた場合で、各カメラで撮影された画像から顔判定し、最も正面を向いたカメラ画像において視線のための特徴点を検出した結果である。この特徴点から視線を検出し、対応するリモコン制御信号を送信し、家電製品を制御した。

また、制御対象となる家電のコントロール項目を増やし、一例としてテレビのチャンネル、音量、電源のオン/オフをシステムに設定し、動作の確認を行った。

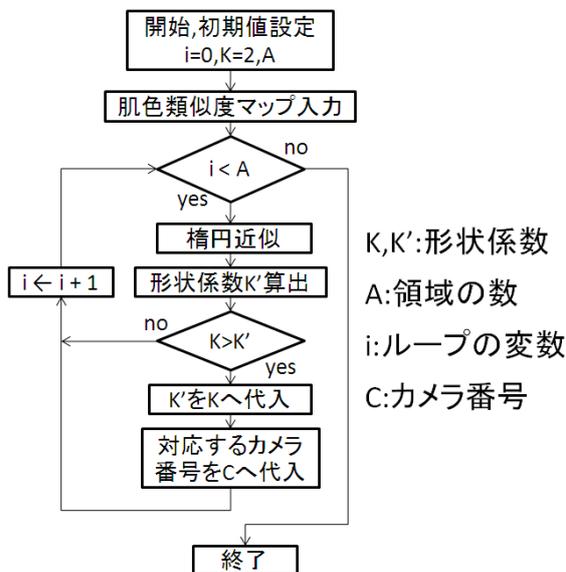
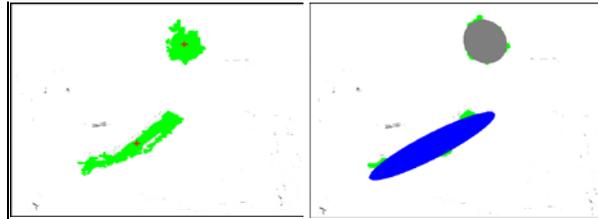


図 3 顔判定のフローチャート

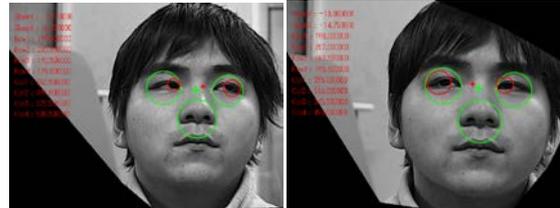


(a) 入力画像例



(b)肌色類似度マップ (b)形状係数での判定

図 4 顔判定処理



(a)左上注視

(b)右上注視

図 5 視線のための特徴点検出結果

以上により、本研究の「視線を用いた家電製品のコントロールシステムの構築」における基盤システムは構築できた。なお、実用には処理時間がかかり過ぎる問題点も認められた。さらに、構築に時間がかかり、いろいろな状況における有効性に関する検証も十分にできなかった。今後の課題として複数の被験者での動作実験、システム全体の処理速度の検討が挙げられる。

(2) 動的ネットモデルを用いた視線検出

動的ネットモデルとは、画像中に存在する目標物体を抽出する手法としてエネルギー最適化問題を用いたアプローチ手法である。エネルギー最適化問題によるアプローチをした手法は雑音に強く、安定な動作が保証されるという利点があり、有効性が高い特徴を持っている。本課題は、この動的ネットモデルを用いて視線検出精度向上のための目の領域の抽出について検討し、その結果について報告する（学会発表⑤）。

本研究の手順は、顔画像に色分布関数を適用し、肌色に近い色と唇の色に近い色の領域を抽出する。得られた類似度マップと入力画像に対してヒストグラムを用いた動的ネットモデルを適用し、格子点密度を利用し、目の領域と虹彩を抽出する。この手順をプログラム化し、実験により本手法を確認した。図 6 の顔画像に肌色と唇の色の色分布関数を適用し、類似度マップを得た。その類似度マップを図 7 に示す。その後、ヒストグラムを用いた動的ネットモデルを適用した。動的ネットモデルによる検出結果を図 8 に示し、(a)はネットの初期位置の画像、(b)は目領域を捕捉後の画像を示している。

図 8(b)よりネットの外枠は目の輪郭に、ネットの内側は虹彩の部分に集まっていることがわかる。目尻から虹彩を覆うネットの状態が得られた。この時ネットの格子点の疎密に注目したとき目尻に向けて上まぶたの部分でネットが密になっていることがわかる。格子点の密になっている形状をニューラルネットワークの教師信号とし、分類分けすることで目領域に対する虹彩の左右の位置を求めることが出来ると考えられる。この内容においては、数例で実験を行ったが、十分な実験ができていないため有効性を示すことはできなかった。今後のさらなる実験・検討が必要である。

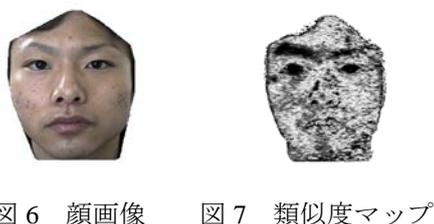
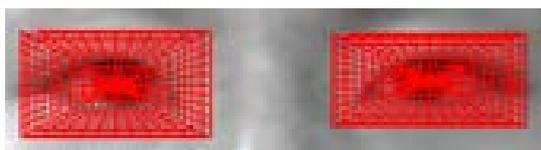
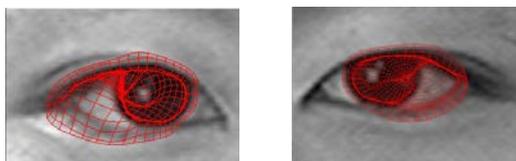


図 6 顔画像 図 7 類似度マップ



(a)初期ネット配置後



(b)ネット捕捉結果

図 8 目領域検出結果 (一部拡大)

(3) 物体追跡

画像認識に関するライブラリ OpenCV を利用し、顔の検出・追跡方法についても検討した。追跡方法には CamShift アルゴリズムを用いた。CamShift アルゴリズムとは計算量が少なく、急激な動きの変化や形状変化にも強い MeanShift アルゴリズムを用いた追跡法の一つである。この方法により追跡が可能なが確認できた。今後システムに導入していく予定である。

(4) 色の操作精度、脳波センサの利用

本システムの関連研究として、ディスプレイ上に表示された操作画面のメニューを視線で選択して、リモコン制御で家電製品を精

度良く操作するための基礎研究として、多くの被験者に対して家電製品の操作項目を配置した円形の操作画面の色が操作精度に及ぼす影響について調べた(学会発表②)。その結果、操作画面の色の明暗については、無彩色に近い色で高い正答率が得られ、彩度については、赤と青の色相において、無彩色に近づくほど高い正答率が得られることがわかった。さらに、ヘッドフォンタイプの脳波センサを用いて脳波を測定し、操作精度と心理面についても調べた。脳波センサからは、「集中度」と「リラックス度」を示す2つの信号が出力されており、これらの信号を用いて操作精度との関係を明らかにすることを試みた。しかし、操作精度と心理面の関係を明らかにすることはできなかった。

以上の内容で研究を行ったが、システム構築に時間がかかり、いろいろな状況における有効性に関する検証が十分にできなかった。今後は以下の内容について、研究を継続していく予定である。

- ・本システムに対して、いろいろな状況における有効性の検証を行う。
- ・同時に、構築したシステムには、まだ精度の点などで改善の余地もあり、よりよいシステムとするための改善を行っていく。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 藪木登、黒崎正裕、井上浩行、鷺見育亮、築谷隆雄、視線インタフェースを用いた家電製品の制御に関する研究、津山高専紀要、査読有、第 52 号、2011、pp. 27-34

[学会発表] (計 6 件)

- ① 藪木登、黒崎正裕、井上浩行、鷺見育亮、築谷隆雄、視線を用いた家電製品の制御に関する研究、平成 22 年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集、2010、P. 2
- ② 藤井拓馬、井上浩行、藪木登、寺元貴幸、テレビ操作を目的とした視線インタフェースのデザインに関する研究、計測自動制御学会 第 19 回中国支部学術講演会、2010
- ③ 中山秀延、藪木登、井上浩行、鷺見育亮、築谷隆雄、ネットワークカメラを用いた視線制御システムに関する研究、平成 23 年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集、2011、P. 74
- ④ 中山秀延、藪木登、井上浩行、鷺見育亮、築谷隆雄、ネットワークカメラを用いた視線制御システムにおける顔判定、平成 24 年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集、2012、pp. 274-275
- ⑤ 山下大樹、藪木登、井上浩行、鷺見育亮、

築谷隆雄、動的ネットモデルを用いた視線検出に関する検討、平成24年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集、2012、P.276

- ⑥ Hidenobu Nakayama, Noboru Yabuki, Hiroyuki Inoue, Yasuaki Sumi, Takao Tsukutani, A Control System for Electrical Appliances using Eye-gaze Input, Proceedings of 2012 IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems, Taiwan, 査読有, 2012, pp.410-413

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藪木登 (YABUKI NOBORU)

津山工業高等専門学校・情報工学科・教授

研究者番号：50200572

(2) 研究分担者

井上浩行 (INOUE HIROYUKI)

津山工業高等専門学校・機械工学科・教授

研究者番号：00232554

(3) 研究分担者 (2010～2011 年度)

鷲見育亮 (SUMI YASUAKI)

鳥取環境大学・環境情報学部・教授

研究者番号：70341071