

自律走行車における視覚装置を搭載した エレベータ昇降用ボタン押しデバイスの開発

Development of a Button Pushing Device Using Visual Information for Getting into an Elevator

正 田中 豊(岡山大工)
正 永井 伊作(岡山大工)

正 永谷 圭司(岡山大工)
佐々木 隆(倉敷工高)

Yutaka TANAKA, Okayama University, 3-1-1, Tsushima-Naka, 700-8530 Okayama

Keiji NAGATANI, Okayama University

Isaku NAGAI, Okayama University

Takashi SASAKI, Kurashiki Technical Higt School

When autonomous vehicles move to another floor by getting on an elevator, it should push the button leading to the destination floor by itself in arbitrary positions. However, commercial manipulators are difficult to be mounted because of their heaviness and high electric consumption. The object of this paper is to develop a button pushing device having simple structure to be mounted on an autonomous vehicle. This paper describes the structure of the device, control method of actuators and image processing algorithm for recognizing button positions in the image.

Key words : Autonomous Vehicle, Pushing Elevator Button, Image Processing, Artificial Joint

1. 緒 言

本研究は、一般の屋内環境において、「自律走行車によるフロア間の移動能力の実現」を目指している。そこで、著者らは、エレベータによる昇降機能を活用し、人間が日常行っているフロア間の移動と同等な動作を走行車で実現するために、「エレベータ昇降用ボタン押し機構」を開発した。このボタン押し機構は、移動ロボットに搭載して、エレベータの入り口と内部で使用することを前提とする。これは3自由度の回転関節、1自由度の直動関節、及びボタン押しのためのソレノイドとボタンの位置を認識するための小型 CCD カメラから構成されている。

本稿では製作した機構、それぞれの関節の制御方法とボタンパネル認識のための画像処理手法について述べる。また、製作したデバイスを用いた予備実験を行った結果について説明する。

2. エレベータ昇降用ボタン押し機構の構成

この装置は、走行車の上面に搭載して使用するために、(1)手先を任意の方向に回転するためのベース、(2)ベース上に乗せて、リニアアクチュエータの直線変位に比例して関節角を変化させ、腕部の高さを変えるリフトアップ機構、(3)手先を前方に移動させるためのスライド機構、(4)手(指)先方位を微細に調整する回転機構、(5)ボタンを押すためボタン押し機構と(6)パネルと行き先ボタンを視認するカメラ機構から構成されている。

2.1 ベースの回転制御

機構のベースを回転可能にするため、4方向に半円球キャスタを用いた軸を取り付けた。回転制御に使用するアクチュエータには、ステッピングモータ(ミネハ製 23LM-C325 1.8°/Step, 24V, 0.3A)を用い、ギアにより1/4に減速した。

2.2 リフトアップ機構

手先をリフトアップするため、高出力で応答性に優れたリニアアクチュエータ(オランダ製: DC モータ出力 ± 0.35A ± 30V: 介護用ベット部品)を使用した。また、Fig.1 は関節部分を示すが、これはアクチュエータの直動変位を回転に変換するカム機構を構成している⁽¹⁾⁽²⁾。

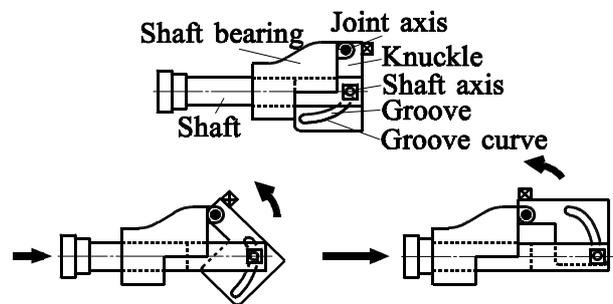


Fig.1 Structure of base joint

2.3 スライド機構

手先をスライドするための機構は、ステッピングモータ(日本サホ製 KP39HM4-018 3.6°/Step)を用い、ピニオン、ラック機構により構成される。

2.4 回転機構

手先の回転制御を行うために、軽量で応答性の高いラジコン用サーボモータ(HITEC製 HS-300BB 0.19sec/60°)を用いた。

2.5 ボタン押し機構, カメラ機構

手先には、ボタン押し用のプッシュ型ソレノイド(新電元製 S-75)とボタンパネルを認識する CCD カメラ(PC-5VM)を取り付けた。

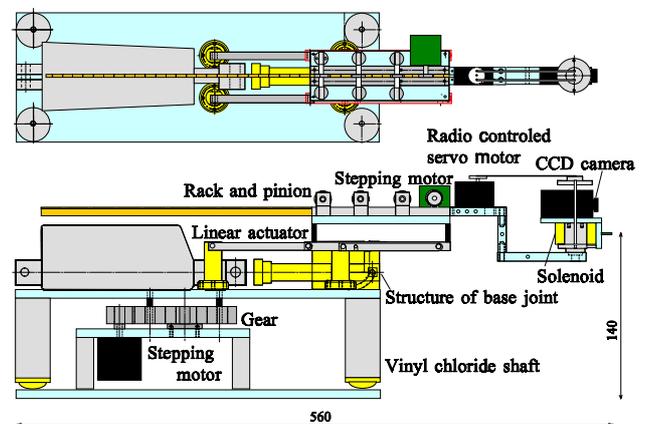


Fig.2 Front and Plan views of the device

3. アクチュエータの制御方法

ボタン押し機構を統括制御するコントローラの負担を軽減するため、それぞれのアクチュエータへの制御信号を CPLD により生成した。アクチュエータコントローラの構成を Fig.3 に示す。統括制御を行うコントローラ (PC) から CPLD に送られるモータの目標角はセントロニクス方式にて伝えられる。

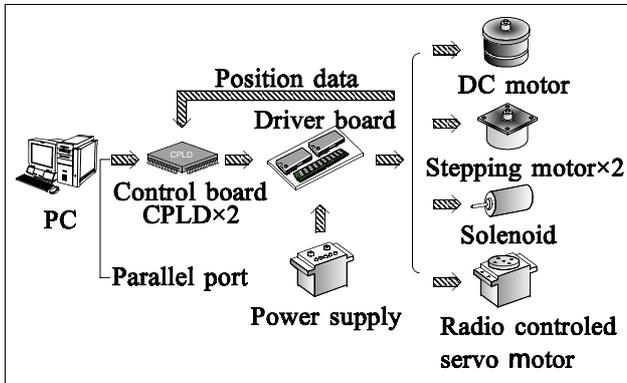


Fig.3 Block diagram of device controller

3.1 DCモータ制御

リニアアクチュエータを駆動する DC モータの制御は、関節角度計測用のポテンショメータ出力と目標角の差が最小となるようにフィードバック制御されている。フィードバック量は、パルス変調されたデジタル (PWM) 信号であり、これは DC モータ駆動のためのモータドライバに送られる。今後、定常偏差が問題となる場合には、制御系に微分項、及び積分項を入れる予定である。

3.2 ステッピングモータ制御

ステッピングモータの制御信号は、設定した目標角に到達するまで、一定時間間隔で変化されていて、モータ駆動のためのモータドライバに送られる。

3.3 ラジコンサボモータの制御

ラジコン用サボモータは、周波数一定としてパルス幅を変化させることにより制御されるから、目標角に応じたパルスが CPLD により生成される。

4. エレベータボタンの位置計測

エレベータのボタンを垂直に押すためには、手先とボタンの正確な相対位置と姿勢の情報が必要である。手先に搭載した CCD カメラの映像信号を用いて、ボタンを認識するアルゴリズムを以下で述べる。

4.1 ボタン認識アルゴリズム

画像中のボタンの位置を認識する手法として、パターンマッチング法が考えられる。しかし、自律走行車がボタンパネルに対して一定の距離位置に停止するとは限らない。このような場合には、テンプレートの拡大縮小処理を含んだマッチング法が必要となり、処理が膨大になる。そこで著者らは、パターンマッチングを行う前に、探索範囲を絞り込む処理を挿入することで、マッチングのための計算量を削減した。このアルゴリズムの手順を順に示すと、

- 全領域の中より水平方向ダウンエッジを検出 (A)。
- ダウンエッジの右横に続く黒色線分 (AB) を検出。
- この黒色線分の長さがある一定値以上ならば、候補として残す。
- 候補として残った黒色線分の上部 4 点 (DEFG) の輝度がある一定値以下であれば、候補として残す。

4 点の中心から上下左右に黒い部分を探索。これで矩形領域 (HI) が決まる。矩形領域の寸法がある一定値以内であれば候補として残す。

残された矩形領域中で最大輝度と最小輝度を見つけ、その平均値をしきい値として全画像を 2 値化し、数字部分を明確にする。

2 値化された領域とテンプレート画像 (Fig.5) との正規化相関演算を行い、評価値がある一定値以上ならば、候補として残す。

1 フレーム中で検出された複数の候補のうち、一致度が最大のものをボタン位置とみなす。

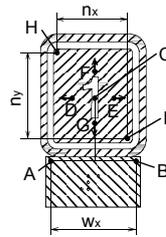


Fig.4 Elevator button

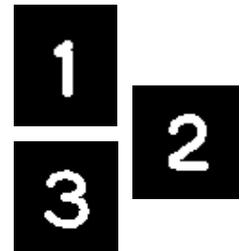
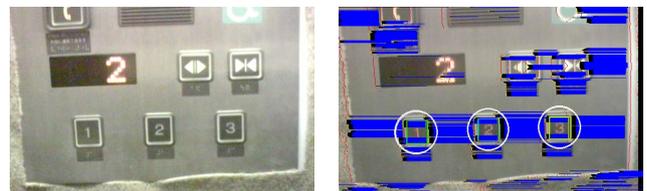


Fig.5 Template images

4.2 実装と実験

前節で解説したアルゴリズムを実装し、認識実験を行った。画像の取得とボタン認識のために、パソコン PC5000 (Digital 製, PentiumII300MHz, Windows 95, Visual C++)、画像入力ボード PXC200、CCD カメラ PC-5VM (NTSC) を用いた。

Fig.6 (a) はカメラが撮影した元画像、Fig.6 (b) は認識結果を示す。図中に白抜き丸で示した 3 つのボタンを認識するとき、フレーム画像取得の時間と画面表示の時間を除いた純粋な計算時間は、約 0.25s/フレームであった。また、対象物までの距離を 50 ~ 70cm、対象物の傾きを $\pm 10^\circ$ 以内と変化させたときの認識成功率は、すべて 100%であった。



(a) Original image (b) Result image

Fig.6 Recognition of the number of the buttons

5. 結 言

本稿では、「エレベータ昇降用ボタン押し機構」の構成、アクチュエータのコントローラ、およびボタン認識アルゴリズムについて述べた。現在は、各アクチュエータの動作が確立された段階である。一方で、画像処理による画像中のボタン位置認識が実現されているが、走行車に搭載して画像情報をフィードバックし、ボタン押し動作を実現するまでには至っていない。今後、本機構のキネマティクスを解析し、ボタン押し動作を完成させる予定である。また、実際に本機構を自律走行車に搭載し、エレベータを用いたフロア間の自律移動を実現したい。

参 考 文 献

- (1) 田中他 2 名, 空気圧制御人工関節の開発, 日本機械学会中四国支部第 38 期総会・講演会, 発表予定
- (2) 山川出雲, 機構学, (1972), pp-71-76, 朝倉書店

