

車椅子と人物識別のためのマットセンサの開発

Development of Mat Sensor to distinguish between wheelchair and person

○ 中島翔太(宇部高専) 北園優希(北九州高専) 春山和男(宇部高専)  
 田中幹也(山口大) 芹川聖一(九州工業大)

Shota NAKASHIMA, Ube National College of Technology  
 Yuki KITAZONO, Kitakyushu National College of Technology  
 Kazuo HARUYAMA, Ube National College of Technology  
 Kanya TANAKA, Yamaguchi University  
 Seiichi SERIKAWA, Kyushu Institute of Technology

Abstract

We have developed a new mat sensor to distinguish between a wheelchair and a person. The mat sensor can be used for detection when the wheelchair goes into dangerous areas. Furthermore, it can warn only when they are truly dangerous because it has a function of distinguishing between the wheelchair and the person. Thus, the proposed mat sensor is very useful in a hospital and nursing facility. The wheelchair and person are detected by passing through on the mat sensor which consisted of pressure sensor units and an acrylic board. Information of the pressure sensor provided from the wheelchair is different from that of the person. If the wheelchair moves on the mat sensor, the center of gravity position of wheelchair is almost the same as position of the direction of movement. On the other hand, center of gravity of the person changes because the person walks with the foot of right and left when the person moves on the mat sensor. The wheelchair and the person can be judged by the difference in change amount of each center of gravity positions. As a result of experimentation using our proposed mat sensor, the good recognition rate has been obtained.

Key Words

wheelchair detection, position detector, pressure sensor, mat sensor

1. はじめに

介護施設や医療現場では、高齢化社会に伴い利用者の監視が不十分になってきている<sup>(1)</sup>。そのため、車椅子の利用者が施設や病院内の段差や傾斜で転倒する事故が起きている<sup>(2)</sup>。そこで、車椅子の利用者にとって危険のある場所に近づいた場合に通知するセンサシステムが必要とされている。現在、介護施設や医療現場では利用者の監視強化のために、マットセンサが使用されている<sup>(3)</sup>。この装置はマットの下部に圧力センサが取り付けられたもので、部屋の出入口等に設置しておき、利用者がマットセンサを踏むと検知し、介護者や看護師に通報するというものである。しかしこの手法では、センサ上を通過する物体の区別ができないため、人物でも車椅子でも同様に検知してしまう。そこで本研究では、複数の圧力センサの出力から通過する物体の重心点を求め、その推移の違いにより人物と車椅子を判別して検知する手法を提案する。これにより、車椅子の利用者が転倒する危険のある階段などに本マットセンサを設置することで、事故を未然に防ぐことができる。

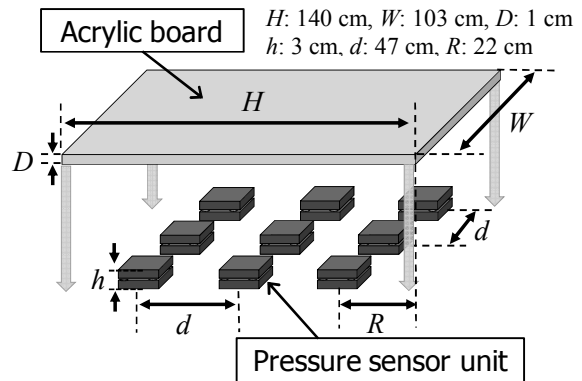
2. 車椅子と人物の判別

2.1 マットセンサの構成

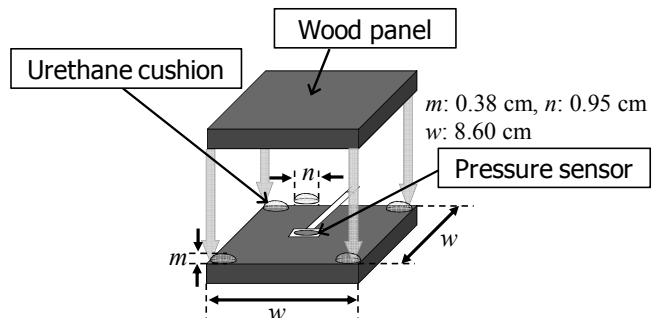
本研究で使用する、車椅子と人物を判別して検知するマットセンサは、Fig. 1(a)に示すようにアクリル板と9個の圧力センサユニットで構成されている。圧力センサユニットは、Fig. 1(b)に示すように2枚の木製の板の間にウレタンクッションと圧力センサ(ニッタ株式会社製, A201-100)を挟んだ構造となっている。

2.2 圧力センサを用いた位置検出原理

提案するマットセンサを用いた車椅子と人物の位置検出では、マット下部に設置された複数の圧力センサユニットの出力電圧から、マットセンサ上の物体の重心の位置を算出する。ここで、Fig. 2に示す各圧力センサ  $a \sim i$  の出力電圧を、それぞれ  $V_a \sim V_i$  とすると重心点  $G$  の  $x$  座標  $G_x$  は(1)式、 $y$  座標  $G_y$  は(2)式で得られる。



(a) the acrylic board and the pressure sensor unit



(b) the pressure sensor unit

Fig.1 Model of proposed mat sensor

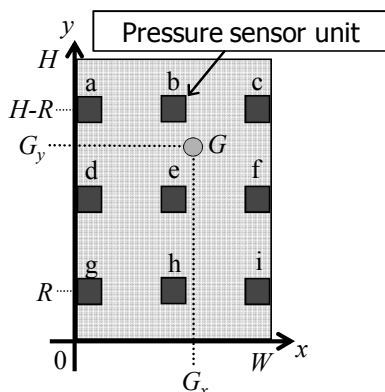


Fig.2 Placement of the pressure sensor unit

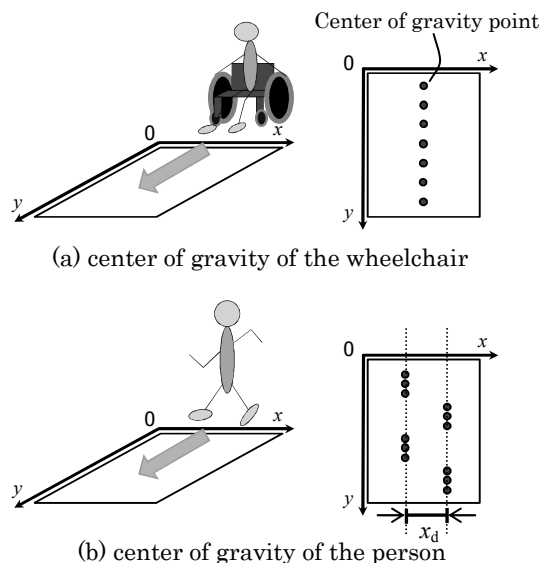


Fig.3 Comparison of a center of gravity position with the wheelchair and the person

$$G_x = \frac{(V_b + V_e + V_h) + 2(V_c + V_f + V_i)}{2 \sum_{n=a}^i V_n} W \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$G_y = \frac{2 \left( \sum_{n=a}^i V_n \right) (H - R) + \left( \sum_{n=d}^f V_n \right) + 2 \left( \sum_{n=g}^i V_n \right) R}{2 \sum_{n=a}^i V_n} W \quad \dots\dots\dots(2)$$

### 2.3 人物と車椅子の判別法

本マットセンサ上を人物と車椅子がそれぞれ通過したとき、車椅子の重心位置は、進行方向に直線的に動く(Fig. 3(a))。一方、人物の重心位置は、足の動きに応じて左右に移動しながら進行方向に向かう(Fig. 3(b))。そのため、人物の場合では重心位置が進行方向に対して垂直にも移動し、重心位置の差  $x_d$  が表れる。これらの重心位置の変化の違いを利用して、車椅子と人物の識別を行う。本研究では、検出対象がマットセンサを通過し終えた時点で、重心位置の差  $x_d$  が、ある閾値  $x_{th}$  を超えれば歩行とし、それがある回数以上繰り返されると「人物」、ある回数未満では「車椅子」と判別する。

## 3. 実験

### 3.1 実験条件

本マットセンサの有用性を確かめるために、次の実験条件を用意した。マットセンサの通過速度として、低速(2.5 km/未満)、中速(2.5 km/h 以上かつ 4.5 km/h 未満)、高速(4.5 km/h 以

Table 1 Experimental conditions and recognition rate

	Conditions	Recognition rate (%)
Wheelchair	low speed	100
	middle speed	100
	high speed	100
	middle speed [one wheel]	100
	middle speed [pushed by person]	100
Person	low speed	97
	middle speed	97
	high speed	87

上)の3種類を設定した。被験者は6名とし、車椅子での移動と歩行をそれぞれ5回ずつ行った。さらに、車椅子が本マットセンサ上を片輪のみで走行した場合や、人物が車椅子を押して移動する場合についても実験を行った。人物が車椅子を押す実験では、介助者が車椅子を押し、誤ってエスカレーターや階段などの危険個所に入ろうとした場面を想定しているため、「車椅子」の認識結果が得られた場合に正しいと判定した。歩行を判断するための閾値  $x_{th}$  は予備実験により13(13 cm相当)とし、重心位置の差  $x_d$  が閾値  $x_{th}$  を超えた回数が2回(2歩相当)以上になった場合に「人物」と判定した。

### 3.2 実験結果

Table 1に、本マットセンサを用いた車椅子と人物の識別実験の結果を示す。車椅子の場合では、すべての条件において認識率100(%)になった。一方、人物の場合では97~87(%)となり、通過する速度が上がるにつれて認識率が下がった。その原因としては、高速な歩行をすると、歩幅が増加してしまいマット上での歩数が減ったことや、圧力センサにかかる時間が減り十分な検出ができなかったために歩数のカウントが2回に満たなかった点があげられる。そのため今後は、マットサイズを大きくしたり、圧力センサの検出精度を向上させるなどの必要があると考えられる。

## 4. まとめ

本論文では、複数の圧力センサから重心位置を検出できるマットセンサを開発し、車椅子と人物を判別して検出する手法を提案した。その結果、様々な条件において、車椅子がマットセンサを通過した場合には100(%)の認識率を得た。提案したマットセンサは通過速度に影響されず、片輪のみの通行や、介助者が車椅子を押した場合でも使用できる。これらのことから、本マットセンサを利用すれば、車椅子の利用者が階段や急な傾斜など、転倒する危険のある場所において、事故を未然に防ぐことができる。さらに、人と車椅子の判別が可能であるため、それらが進入したときに区別して通報することが可能となる。高速な歩行状態における人物の検出については、今後の課題としたい。

### 参考文献

- (1) 大北正昭, 奥雲正樹, 田中淳, 木村昭彦: 車椅子型自律移動ロボット DREAM-3 の開発, バイオメディカル・フェジィ・システム学会年次大会講演論文集, No. 17, pp. 157-160 (2004)
- (2) 松井利和, 北山一郎, 大森清博, 杉本義己, 小山美代: 病院・施設利用者及び在宅要介護者の転倒, 徘徊等における安全の確保を支援する機器, システムの開発研究, 兵庫県立福祉のまちづくり工学研究所報告集, pp. 95-102(2004)
- (3) 北山一郎, 大森清博, 松野博文, 杉本義己: 徘徊みまもりシステムの調査研究開発(その2) -介護老人保健施設等における徘徊等みまもり機器のアンケート調査-, 平成15年度兵庫県立福祉のまちづくり工学研究所報告集, pp. 98-111(2003)