

## 複数超音波レーダを用いた離床検知システム

### Research on getting up detection system using several ultrasonic radars

○ 吉武昇太 (山口大学) 田中幹也 (山口大学) 若佐裕治 (山口大学)

西村悠樹 (山口大学) 春山和男 (宇部工業高等専門学校)

Syota YOSHITAKE, Yamaguchi University

Kanya TANAKA, Yamaguchi University

Yuji WAKASA, Yamaguchi University

Yuki NISHIMURA, Yamaguchi University

Kazuo HARUYAMA, Ube National College of Technology

**Abstract:** The number of cognitive impairment patients is increasing with the growth of the population of senior citizen. Besides the shortage of labor force for nursing them is also becoming serious. From these situations, the security for the senior residents at such elder care facilities is turning to a big problem. Especially, the detection of getting up from the bed is very important for the fall prevention and the wandering prevention. In our previous study we have developed the getting up detection devise using ultrasonic radar. However, when we detect senior resident move in detail or there are many senior residents in a ward, it is difficult to use some getting up detection devices. This reason is that if some ultrasonic radars, which have the same frequency, are used in same ward, their ultrasonic are coherent with each other. To solve this problem, we propose a novel incoherent method.

**Key Words:** Ultrasonic Sensor, Decoupling

#### 1. はじめに

2011年3月1日現在、65歳以上の高齢者人口は2962万人で総人口の23.2%を占めている<sup>(1)</sup>。今後も高齢化は進行し、それに伴い認知症患者の人口も増加すると予測される。介護保険法の適用により緊急やむを得ない場合を除いて、身体拘束が禁止となった。そのため、介護施設において認知症患者の単独での離床による転倒や深夜の徘徊が問題とされている。

現在、離床検知装置としてマットセンサが使用されているが、歩行が困難な高齢者はマットの僅かな厚みに躓いてしまう危険や、マットを踏みつけて使用するため断線してしまう危険がある。本研究では、超音波レーダを用いたプライバシーを侵害しない離床検知システムの開発を目的としている。現状では、同じ部屋で複数の超音波レーダを使用した場合、お互いの超音波が干渉してしまい、正常な離床検知が困難であるといった問題が存在する。この問題を解決するために非干渉化の方法を提案し、実験により提案手法の有用性の確認を行った。

#### 2. 超音波レーダ型離床検知装置

本装置は、超音波の送信、受信を行い、取得した受信信号から利用者の起床や離床といった動作を検知するための装置である。超音波レーダは超音波送信センサ、超音波受信センサ、信号処理回路から構成されている(Fig. 1)。本装置は超音波を送信し、対象によって反射した信号を受信までの時間を測定することによって、対象までの距離を求めることが可能である。これまでの研究で、フィールド試験による本装置の有用性の確認は既に行っており、単機での動作に問題がないことは検証済みである<sup>(2)</sup>。

しかし、複数の離床検知装置を同じ室内で使用する場合、同一周波数の超音波レーダを同時に使用することになり、取得した受信信号がどの装置から送信された超音波であるか判別することが困難である。つまり、互いの超音波が干渉し正常な離床検知が困難である。次章でこの問題の解決

方法を提案する。

#### 3. 非干渉化

離床検知装置の非干渉化の手法として、超音波の送信時間の長さの違いを持たせる方法を提案する。超音波レーダの特徴として、送信センサから発信する超音波の送信時間と受信センサで取得する受信信号の受信時間には比例関係があるという特徴がある(Fig. 2)。そこで、各超音波レーダの送信時間幅の違いを持たせて、取得した受信信号の受信時間幅を測定し、その長さによって自機が発信した超音波のみを正しい受信信号として認識させ、測定距離の変化から起床や離床の動作の検知を行う(Fig. 3)。



Fig. 1 Ultrasonic Radar

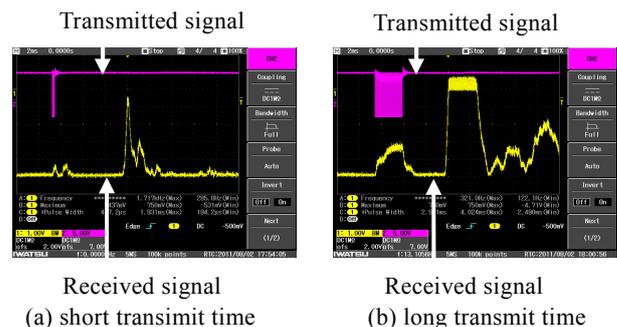


Fig. 2 Special characteristic of transmit signal and reception signal

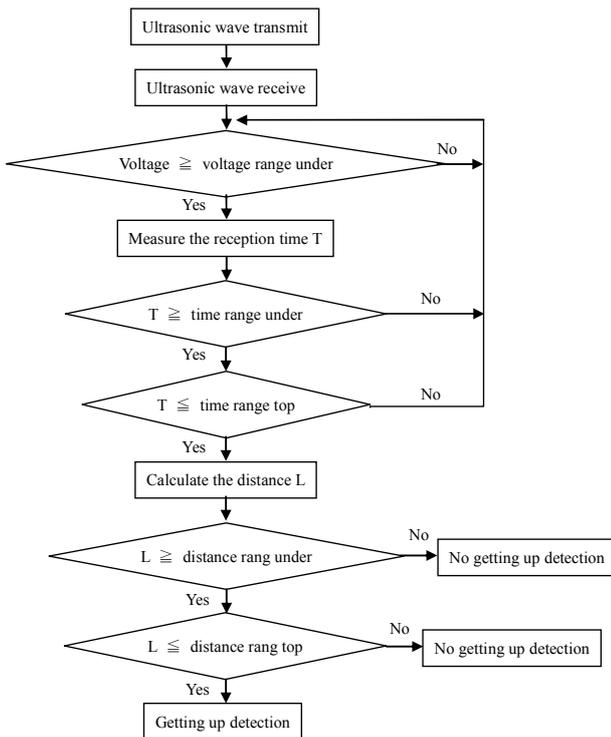


Fig. 3 Decoupling flowchart

#### 4. 実験

##### 4-1 基礎実験

超音波の送信時間を変化させて人を距離100cmの位置に立たせて行った。閾値4.0[V]以上の信号を受信した時間を受信時間幅として測定結果をTable 1に示す。

Table 1 The relation between transmit time and reception time

Transmit time [μs]	Reception time [μs]
250	360
500	440
1000	1000
1250	1440
1500	1960
2000	2440
2500	2760

##### 4-2 検証実験

提案手法の有用性を検証するために、従来の同一の超音波を用いた手法では干渉してしまう、同室内で3台の離床検知装置を設置し、起床や離床、徘徊という動作が検知できるか実験を行った。Fig. 4のように超音波レーダを配置し、被験者は20代男性で、ベッドで横になった状態から起き上がり、その後離床し部屋から出ていくという動作を各10回ずつ行い、離床、起床、徘徊の動作を検知することができるか、離床検知装置間で非干渉化が実現できているかを検証した。実験で使用した超音波レーダのパラメータをTable 2に示す。

結果、10回全て起床、離床、徘徊の動作を検知することができ、離床検知装置は干渉による誤検知を起こさなかった。USR1、USR2、USR3がそれぞれ対象を検知したときの信号波形をFig. 5に示す。検知した時のUSR1の時間幅は750μs、USR2の時間幅は1800μs、USR3の時間幅は2200μsと送信時間によって受信時間幅が変化し、設定した閾値によって信号を区別することができ非干渉化を実現した。

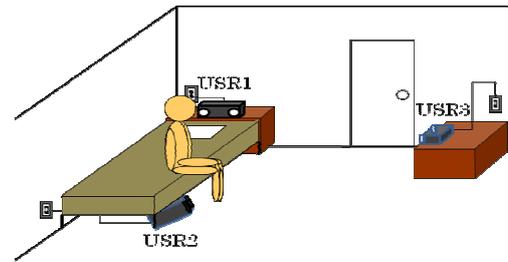


Fig. 4 The position of ultrasonic radars

Table 2 Parameter of ultrasonic radars

Ultrasonic radar number	Transmit time [μs]	Reception time [μs]	Voltage threshold [V]	Distance threshold [cm]
1	500	~1000	3.53	30~120
2	1250	1000~2000	3.53	30~120
3	2500	2000~	3.53	30~120

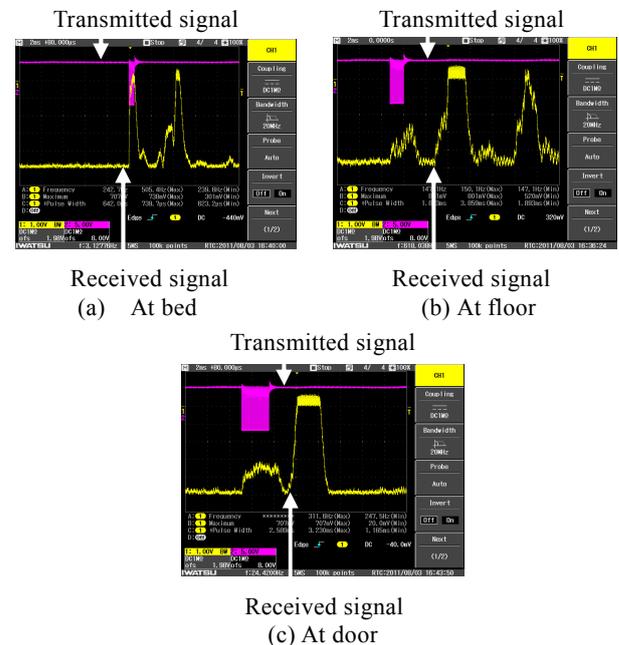


Fig. 5 Transmit signal and reception signal

#### 5. おわりに

本研究では、同じ室内で複数の離床検知装置を同時に使用した場合に起こる干渉を防ぐ、非干渉化の方法を提案し検証実験により、提案手法の有用性を確認した。その結果、離床検知装置が互いに干渉を起こすことなく、正常な検知を行うことができ、同じ室内で複数の離床検知装置の使用を実現した。

##### 参考文献

- (1) 総務省統計局, 推計人口, 2011
- (2) 田中幹也, 春山和男, 山田陽, 若佐裕治, 明石卓也, 超音波レーダと電灯線通信を用いた高齢者用移動確認システム, ITヘルスケア誌, vol.2, no.2, pp.95-103, 2008