

簡易設置型超音波レーダによる人の頭部位置発見システム

○村上 真一（東理大&産総研）西田 佳史（産総研& CREST,JST）

堀 俊夫（産総研& CREST,JST）溝口 博（東理大&産総研）

Transportable ultrasonic radar system for locating a human head

*Shin'ichi MURAKAMI,TUS & AIST, Yoshifumi NISHIDA, AIST & JST, CREST

Toshio HORI, AIST & JST, CREST Hiroshi MIZOGUCHI,TUS & AIST

Abstract— A system measuring human daily activities that may violate privacy is unacceptable in our society. The authors have proposed an ultrasonic radar system embedded on a ceiling as a minimally privacy violative system for observing human activities, and have evaluated the system performance. The ceiling installation type of ultrasonic radar is proper for checking validity of the principle, but not for practical use because large-scale attachment construction for installation is required. This paper proposes a transportable ultrasonic radar system that is easy to transport, assemble, and install.

Key Words: human location sensor, transportable ultrasonic radar

1. 緒論

人の行動を無拘束に、プライバシーを侵害せずに観察する装置が求められている。このような装置は、ベッドから車椅子に移乗する際の転倒事故防止、防犯のためのセキュリティなどへの応用が考えられる。

著者らはこれまでに、無拘束・低プライバシー侵害性の人位置計測手法として、人の頭部の位置を発見する天井埋込型の超音波レーダの開発を行い、その検証を行ってきた。しかし、天井埋込型超音波レーダシステムは、天井にセンサ設置のための大がかりな工事が必要不可欠である。天井埋込型超音波レーダは、その原理の有効性を検証する目的には適していたが、取り付けの簡便性に劣り、実用上問題であるといえる。本稿では、実用的な超音波レーダ式計測システムを実現するため、超音波レーダの大きさを小さくすることにより、簡便に組立・設置・解体・運搬が行なえるシステムを提案する。

2. 従来の天井埋込型超音波レーダシステム

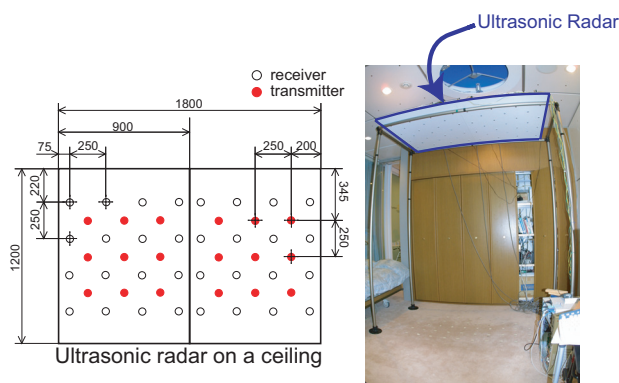


Fig.1 Experimental system of ultrasonic radar embedded on a ceiling

超音波レーダとは、超音波発信器と受信器を備え、超音波の発射から対象物からの反射波を受信するまでの時間差から超音波の伝播距離を求め、そこから対象物の位置を求めるものである。従来の天井埋込型では、図1に示すように天井部にセンサが埋め込まれている。超音波レーダの精度実験の結果、計測範囲内で移動する人の頭部位置を誤差 6cm で取得できることが分かった[1]。実際にこの超音波レーダを用いて人の頭部位置の追跡実験を行なった結果を図2に示す。

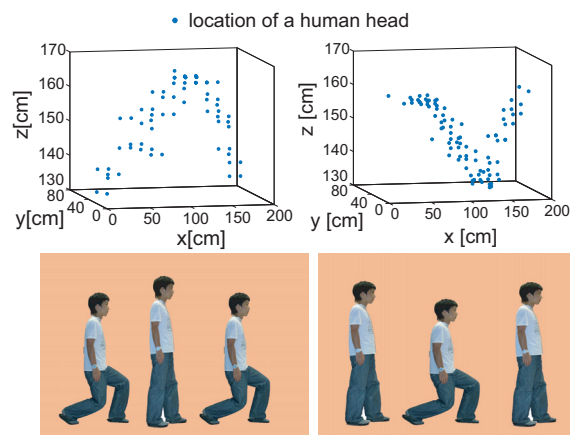


Fig.2 Tracking human head by ultrasonic radar embedded on a ceiling

超音波レーダは以下のような特徴を有する。

無拘束計測機能：超音波レーダでは、測定対象となる人にセンサ類を付けることなく計測可能である。これは、その計測原理に超音波の反射現象を利用していることによる。この手法はパルスエコー法と呼ばれ、魚群探知機やソナーなど、無拘束な計測に用いられる手法である。

低プライバシー侵害性：ある対象を観察・計測するということは、何らかの情報をその対象から得ることである。対象が人の場合、得られた情報によるプライバシーの侵害が問題になる。本研究では、なんらかの情報を収集するからには、プライバシー侵害の危険性を皆無にはできないが、その危険性を極力抑え、不必要に詳細な情報は収集せず、必要な情報のみを収集する計測システムを低プライバシー侵害性のシステムと呼ぶことにする。パルスエコー法による超音波レーダでは、得る情報は距離情報のみなので低プライバシー侵害性の範疇にあるといえる。

3. 簡易設置型超音波レーダによる人の頭部位置発見システム

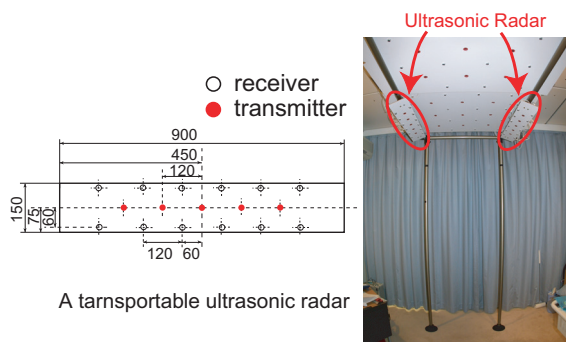


Fig.3 Experimental system of transportable ultrasonic radar

本論文で提案する簡易設置型超音波レーダは図3のように複数の小型超音波レーダから構成されている。設置手順は1) 複数の小型超音波レーダを任意に設置する、2) キャリブレーション [2] を行なう、となる。

3.1 システムの構成

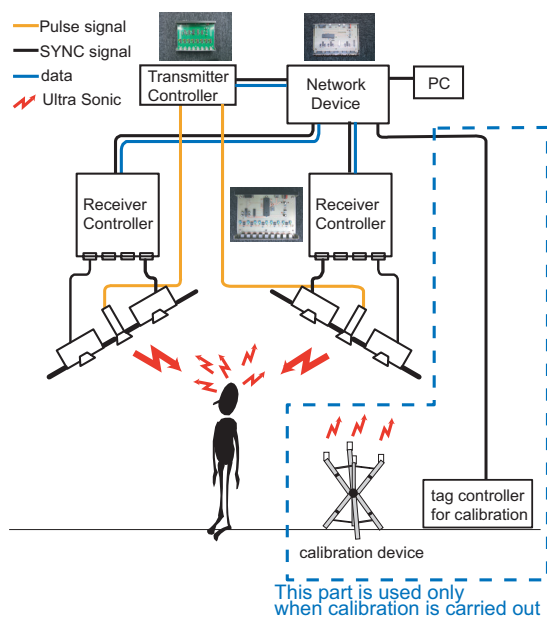


Fig.4 System configuration of ultrasonic radar

図4に検証システムの構成を示す。超音波発信器と受信器の同期を取り、発信から受信までの時間から到達距離を得る。この距離情報と送信器・受信器の設置位置より、頭部の三次元位置を得る。その位置を地面を基準とした座標系に変換することで人頭部の三次元位置を得る。図4のキャリブレーション装置、タグコントローラは、キャリブレーションを行なう時に、一時的に使用するものであるが、常時接続した場合、超音波レーダと超音波タグ [3] とが統合されるため、頭部位置を検出だけでなく、本研究室で開発した超音波タグの追跡も可能である。

3.2 実験結果

小型超音波レーダから 60cm 以上の距離にある 20 点について検出実験を行なった。図5に提案システムの試作機による検出可能範囲を示す。その結果、レーダ下部では検出が可能であることが判明した。より検出範囲を拡大するためには、1) 送信器・受信器の最適設置位置を検討する、2) 発信器のパワーを増加させる、などの対策が必要と考えられる。

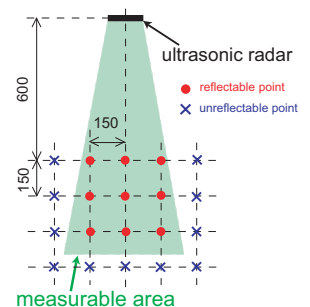


Fig.5 Measurable area

4. 結論

本稿では、これまで開発を行ってきた超音波レーダ式の頭部位置計測システムを改良することによる小型超音波レーダシステムについて提案した。このシステムは1) 無拘束計測機能、2) 低プライバシー侵害性、3) キャリブレーション機能、4) 超音波タグシステムとの統合機能、の特徴を有す。将来の課題として、検出範囲を拡大するためのシステムの改良、老人ホームなどの現場での検証実験を行なうことなどが挙げられる。本研究の一部は財団法人セコム科学技術振興財団による助成金の交付により実施された。

参考文献

- [1] 西田 佳史, 村上 真一, 堀 俊夫, 溝口 博, "低プライバシー侵害性の人間位置検出システム～天井超音波レーダを用いた頭部位置計測手法～", 日本機械学会, ロボティクス・メカトロニクス講演会'04, 2004
- [2] 西田佳史, 西谷哲史, 相澤洋志, 堀俊夫, 溝口博, "ポータブルな超音波3次元タグ～手早いキャリブレーションを可能とする手法～", 電子情報通信学会技術報告 HIP2003, Vol. 103, No. 522, pp. 49-54, 2003
- [3] Y. Nishida, H. Aizawa, T. Hori, N.H. Hoffman, T. Kanade, M. Kakikura, "3D Ultrasonic Tagging System for Observing Human Activity," in Proceedings of IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2003), pp.785-791, 2003