

研究概要報告書

(/)

研究題目	運転者アシスト用無走査型超音波センサの開発	報告書作成者	江村 超
研究従事者	江村 超, 熊谷 正朗		
研究目的	<p>交通事故が年々増加し,交通事故によって身体的な傷害を被る不幸なケースが多発している.交通事故の原因は,運転者の不注意や未熟,危険予知能力の欠如等が大半であり,運転者に警告を発したり,より積極的に強制的に安全速度まで減速させてしまうような事故回避法が考えられる.現在,自動操縦自動車の研究を通して世界で開発されている衝突回避の手法を応用すれば,交通事故の件数を激減できるのは明白であるが,一般の車両に応用するには,システムが大がかりで,またコスト的にも問題がある.</p> <p>運転者アシストシステムで最も重要なのは,障害物等がどこに分布しているかを瞬時に知る環境認識センサの開発である.環境認識センサの代表的なものは,スキャンニングレーザレンジファインダとCCDカメラであり,最近では75GHz帯のいわゆるミリ波を使った電波レーダも開発されている.このうち,スキャンニングレーザレンジファインダは,100m以上の遠距離にある障害物を瞬時に検出できる利点はあるが,大変高価なため,小型安価なものを当研究室で独自に開発し,自動操縦に用いている.</p> <p>CCDカメラは,カメラ自体は安価だが,カメラから得られた画像情報を解析し,障害物までの距離と障害物のある方向,障害物の大きさ等を計算するコンピュータに高速処理の可能なものが必要で,信頼性の高い障害物情報を得るには,大きさや価格の面で,実用化はもう少し先になる.レーザ光線やカメラを用いる方法は,濃霧や豪雨の時に機能しなくなってしまうために,ミリ波レーダが開発されているが,未だ開発段階にあり,極めて高価である上に,現時点では,入手すらできない.</p> <p>以上のことから,当研究室で使用実績の多い超音波を応用した環境認識センサを開発することを研究目的とした.超音波は,波長が長いので,濃霧や豪雨のときにも使用可能である特徴を有している.</p> <p>なお,本助成金によって行った運転手アシスト用無走査型超音波センサの開発における具体的な研究テーマは,検出距離の拡大,バーストノイズの低減,障害物検出時間の短縮,時変ゲインアンプの開発,FMバースト波式超音波センサの開発,などである.</p>		

研究概要報告書

(/)

研究内容	<p>研究目的のところにも記したように、本助成金によって行った運転者アシスト用超音波センサの開発における具体的な研究テーマは、検出距離の拡大、バーストノイズの低減、障害物検出時間の短縮、時変ゲインアンプの開発、FMバースト式超音波センサの開発、などであり、以下、この順に研究内容の概要を述べる。</p> <p>(1) 検出距離の拡大 検出距離を長くするには、障害物で反射される超音波の音圧を高め、マイクロホンに誘起される受信波の信号レベルを高める必要がある。ところが、普通に用いられている圧電素子型のトランスミッターでは音響パワーが小さ過ぎて実用にならないため、オーディオ用のツイータを用いて送信音圧を高めるとともに、放物面鏡で反射させ超音波をビーム状に収束するようにした。同様に、收音マイクと同じ原理で、放物面鏡で收音することにより、マイクロホンに誘起される信号のレベルを上げ、S/N の向上を図った。</p> <p>(2) バーストノイズの低減 超音波センサでは、バースト幅が 1~5ms、送信周期が 50~500ms 程度のバースト波を送信するのが普通である。そのため、ツイータへの入力パワーを高めると、18kHz という可聴域外の周波数を使用しているにもかかわらず、バースト時に聞くに耐えない不快な大きな騒音(以下、バーストノイズという)を発生ようになってしまった。そこで、騒音低減の研究に取り組み、AM変調の原理を用い、バースト波の立ち上がり立ち下りのエンベロープ波形がなだらかな曲線となるようにしてバーストノイズが十分低くなるようにした。</p> <p>(3) 障害物検出時間の短縮 音の空気中の伝搬速度は約 340m/s 程度と光に比べて極めて遅いので、スキャンングレーザレンジファインダで用いられているような走査法は用いることができない。何故なら、仮に 34m 先の障害物を検出しようとするとき、1点につき0.2s かかり、車速 100km/hr (27.8m/s) のときは、0.2s の間に車は約 5.56m も進むので、走査法により障害物の方向を検出していたのでは、走査を行っている間に車が障害物に衝突してしまうことがあるからである。このように、走査法を用いることができないため、動物の立体音認識のメカニズムにヒントを得て、複数のマイクロホンを用い、各マイクロホンに到達する超音波の僅かな時間差から障害物の方向を推定することにした。</p> <p>(4) 時変ゲインアンプの開発 遠距離にある障害物については、横風等の影響を受け、マイクロホンの出力信号がかなり小さくなってしまふことがある。距離が遠くなると、当然、マイクロホンの出力が小さくなるので、前置増幅器のゲインが、バースト波を送信した時からの経過時間に応じて、自動的に変化するようにした。</p> <p>(5) FMバースト式超音波センサの開発 ドップラーシフトの検出を容易にするため、FM変調をかけたバースト波(以下、FMバースト波という)をツイータから放射し、マイクロホンに誘起された信号との相関を取って、ドップラーシフトの値を知る方法を提案し、開発し、検出回路の大幅なローコスト化を達成することができた。</p>
------	---

研究概要報告書

(/)

<p>研究のポイント</p>	<p>研究目的のところにも記したように、本助成金によって行った運転者アシスト用超音波センサの開発における具体的な研究テーマは、検出距離の拡大、バーストノイズの低減、障害物検出時間の短縮、時変ゲインアンプの開発、FMバースト式超音波センサの開発、などであり、これらの開発の成功が研究のポイントである。</p>
<p>研究結果</p>	<p>(1) 検出距離の拡大 オーディオ用のツイータを用いて送信音圧を高めるとともに、放物面鏡で反射させ超音波をビーム状に収束するようにし、さらに、收音マイクと同じ原理で、放物面鏡で收音することにより、マイクロホンに誘起される信号のレベルを上げ、S/Nの向上を図ったが、これらの工夫により、検出範囲を数十m程度まで拡大することができた。</p> <p>(2) バーストノイズの低減 バーストノイズの低減に取り組み、AM変調の原理を用い、バースト波の立ち上がり立ち下りのエンベロープ波形がなだらかな曲線となるようにして、バーストノイズを実用上問題にならなくなるまで低減することができた。</p> <p>(3) 障害物検出時間の短縮 障害物の検出時間の短縮に取り組み、動物の立体音認識のメカニズムにヒントを得て、複数のマイクロホンを用い、各マイクロホンに到達する超音波の僅かな時間差から障害物の方向を推定する方法を試み、検出時間の大幅な短縮に成功した。</p> <p>(4) 時変ゲインアンプの開発 障害物までの距離が長いと、マイクロホンの出力が小さくなるので、前置増幅器のゲインが、バースト波を送信した時からの経過時間に応じて、自動的に変化する時変ゲインアンプを開発し、遠距離障害物の検出時におけるS/Nの向上に成功した。</p> <p>(5) FMバースト式超音波センサの開発 ドップラーシフトの検出を容易にするため、FMバースト波をツイータから放射し、マイクロホンに誘起された信号との相関を取ってドップラーシフトの値を知る方法を提案し、開発し、検出回路の大幅なローコスト化を達成することができた。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>ほぼ実用の領域に達しているが、実車両に搭載するためには、小型化と、さらなる製造コストの低減が今後の課題である。このうち、製造コストの低減については、電子回路の簡素化を図るため、DSP化に取り組み、演算速度の問題を除き一応の成果が得られている。</p>

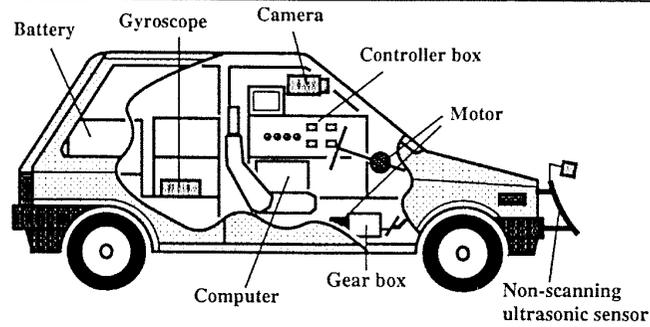


図1 自動運転実験車両

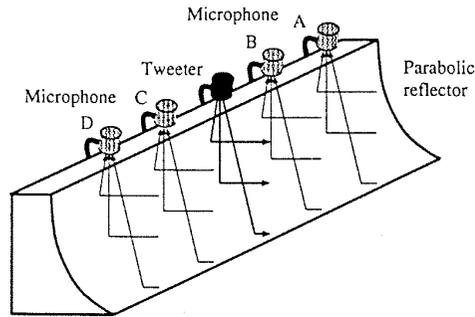


図2 超音波センサの送受信部

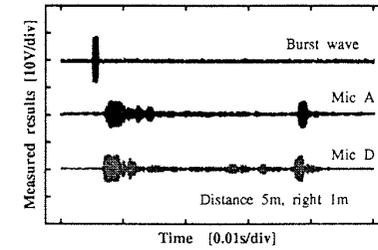


図3 右前方障害物からの反射波

図1, 2に実験車および超音波センサの送受信部を示し, 送信には1個のツイータを受信には4個のマイクを用いている. また, 図3は, 障害物からの反射波の一例である.

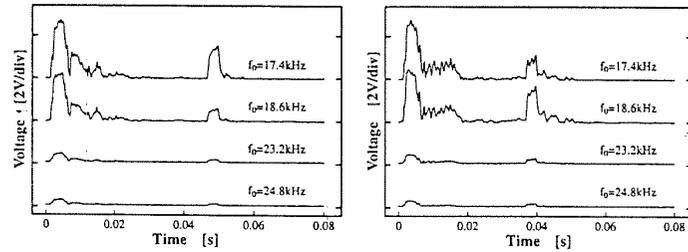


図4 ドップラー効果による障害物相対速度検出

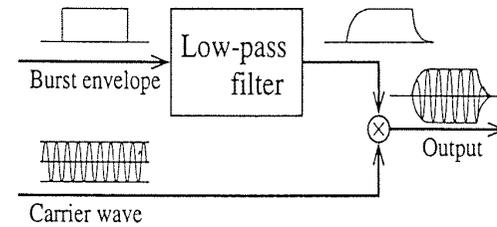


図5 Silenced burst wave(SBW) 生成手法

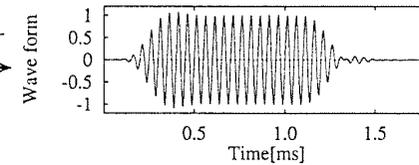


図6 SBWの波形例

図4は, 18[kHz]の送信波を用いた時における, 遠ざかる物体(左図)と近づく物体(右図)による反射波を示しており, 2つのバンドパスフィルタの出力比から速度が概算できる. 図5は, AM変調の原理を応用したサイレントバーストウェーブ(SBW)の生成法を, 図6は, SBWの波形例である.

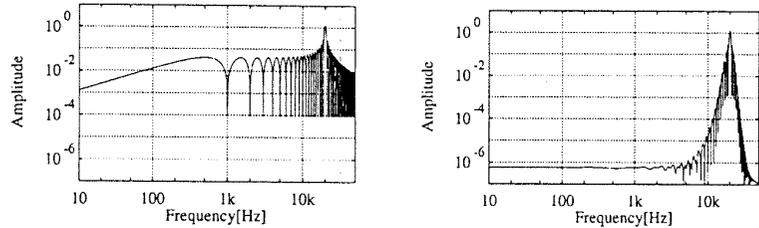


図7 送信波の周波数成分(左図:矩形エンベロープバースト波, 右図:SBW)

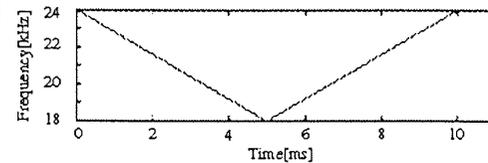


図8 FMバースト波によるドップラーシフトの検出(左図:送信, 右図:受信)

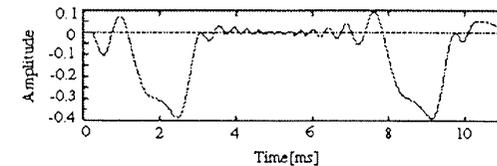


図7は, 矩形バースト波と可聴成分を低減したSBWの周波数解析の結果を示し, 図8は, FMバースト波によるドップラーシフトの検出法を示す.

(注:フローチャート図, ブロック図, 構成図, 写真, データ表, グラフ等 研究内容の補足説明にご使用下さい。)