

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：32644

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K21063

研究課題名（和文）超音波を利用した霧中の視界確保技術への挑戦

研究課題名（英文）Challenges for visibility securing technology in fog using ultrasonic waves

研究代表者

高山 佳久（Takayama, Yoshihisa）

東海大学・情報通信学部・教授

研究者番号：30358915

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,500,000円

研究成果の概要（和文）：山間部や沿岸部の道路周辺に発生する霧に対して、超音波の干渉により通行者の視界を確保する。このため、まず、寸法が異なる水滴粒子を生成し、超音波の定在波によって水滴粒子を捕獲できることを示した。次に、捕獲した水滴粒子の粗密分布の光透過率を計測し、本手法が視界確保に有効であることを確認した。但し本計測では、光学計測系と超音波の定在波の発生領域の間にも水滴粒子が浮遊した。従って、発生した霧に対して超音波による視界確保の有効性は原理的に確認はできたが、その光学特性などの定量的な評価は十分とは言えず、光学計測方法の改良等の対策の必要性が見いだされた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

超音波の干渉を利用して霧を捕獲し、周囲の可視光情報を得る方法の成立性を実験的に確認することができた。また、浮遊する水滴粒子の計測を行い、自然に発生する霧と人工的に発生させる霧の相違について学術的にも理解を深めることができた。この方法では、音波の干渉縞を空間に形成することで、スリット状に水滴粒子の粗密を生成する。よって、山間部や沿岸部の道路周辺などで霧が発生した箇所に本研究の成果を適用することにより、社会的な要求が高まっている通行の安全性の向上に貢献することができる。

研究成果の概要（英文）：The ultrasonic interference ensures the one's visibility against fog that occurs around roads in mountainous and coastal areas. We first generated water droplet particles of different dimensions and showed that the water droplet particles can be captured by ultrasonic standing waves. Next, we measured the optical transmittance of the coarse and dense distribution of the captured water droplet particles and confirmed that this method is effective in securing visibility. However, in this measurement, water droplet particles were also suspended between the optical measurement system and the ultrasonic standing wave generation area. Therefore, although the effectiveness of the ultrasonic visibility enhancement against fog was confirmed in principle, the quantitative evaluation of its optical characteristics was insufficient, and we found it necessary to improve the optical measurement method and other measures.

研究分野：空間光通信

キーワード：視界の確保 霧 超音波 干渉 レーザー光

### 1. 研究開始当初の背景

近年、車両の走行制御および周囲検知を用いた運転支援や誤操作の防止技術が、盛んに研究開発されている。しかし、図 1-1(a)に示すような山間部や沿岸部の道路周辺に霧が発生し、同図(b)のイメージのように視界を大きく制限する問題については、十分な対策は見出されていない。対策例の一つにフォグランプの利用も挙げられるが、ランプ光の散乱がむしろ視界を妨げてしまう場合もある。また電波やレーザを用いた複数の手法を統合する車載検知システムへの期待も大きい[1]、悪天候時の動作に高い信頼度を得るには一層の開発が必要となっている。

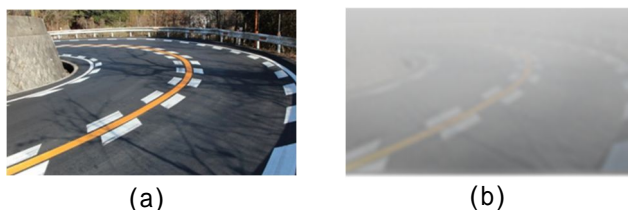


図 1-1 山間部や沿岸部の道路における (a)晴天時および (b)霧発生時のイメージ

### 2. 研究の目的

本研究では、霧発生時においても交通の安全性を維持するため、通行者の視界を確保する技術の創出を目的とする。従来、霧への対応としては、レーザ光による霧の除去や赤外画像の利用が検討されている[2-4]。しかし、レーザ光による霧の除去は、高いエネルギーを照射するため、安全性の観点から視界確保への適用は難しい。また、赤外画像は演算処理によって特定対象の検知率を高めるが、通行の安全性向上には、人が直接見える可視光での情報が圧倒的に優位である。そこで、霧中で可視光情報を得る方法として超音波の放射力に着目し、空間に形成した超音波の干渉縞を用いて霧を複数のスリット状に捕獲することにより、視界を確保できることを示す。

### 3. 研究の方法

図 3-1(a)に試作した超音波の放射装置を示す。スピーカはそれぞれ 134 個の素子から構成されており、発生する超音波は約 40kHz である。これらを同図(b)のように互いに約 50cm 離して対向設置する。スピーカ間に人工的に霧を模擬した水滴粒子を発生し、この領域に超音波による定在波を生成する。霧の発生には、超音波振動子による霧化器およびドライアイスを利用する。

発生した霧の光学的な透過率から視程距離を求め、パーティクルカウンタによって生成した水滴粒子の寸法を計測する。これらの結果から、試作した装置を用いた視界確保の効果を見積もる。

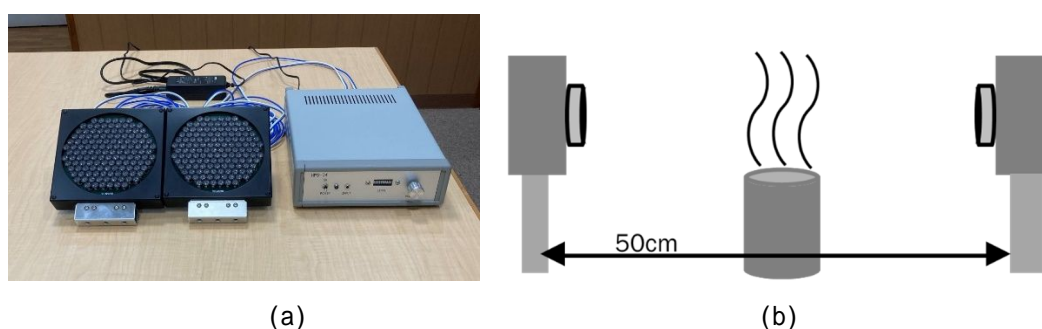


図 3-1 超音波の放射装置

### 4. 研究成果

図 4-1 に超音波の定在波による水滴粒子の捕獲結果を示す。同図(a)は超音波の放射前、同図(b)は超音波の放射中の様子である。同図より、スピーカ間に生成した定在波によって、浮遊する水滴粒子を捕獲していることが確認できる。

但し本計測においては、水滴粒子の分布領域は超音波による定在波の発生領域よりも大きく広がり、光学計測系と超音波の定在波の発生領域の間にも多くの水滴粒子が浮遊した。定在波の周囲に浮遊する水滴粒子を除去した計測ができなかったため、粗密箇所透過率の定量的な評価は不十分である。従って、超音波によって浮遊する霧を複数のスリット状に捕獲して視界を確保することの原理的な確認はできたが、その光学特性の定量的な評価は十分とは言えず、光学計

測方法の更なる改良、あるいは装置の大型化の必要性が見いだされる結果となった。

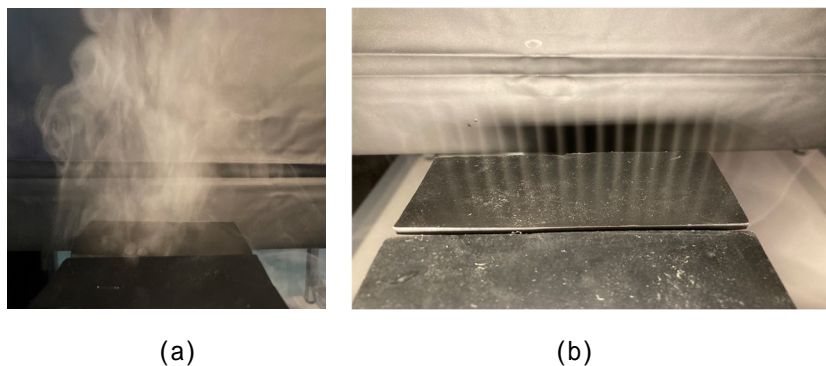


図 4-1 超音波による水滴粒子の捕獲 (a)超音波の放射前、(b)超音波の定在波の生成中

< 引用文献 >

- [1] <https://business.nikkei.com/atcl/seminar/19/00113/00004/>
- [2] O. V. Kalashnikova, et al., "Wavelength and altitude dependence of laser beam propagation in dense fog", Proc. SPIE 4635, 278, 2002.
- [3] M. Bijelic, et al., "Seeing through fog without seeing fog: Deep sensor fusion in absence of labeled training data", arXiv 1902.08913v1, 2019.
- [4] K. Beier, et al., "Simulation of infrared detection range at fog conditions for Enhanced Vision Systems in civil aviation", Aerospace Science and Technology, 8, 63, 2004.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 玉川 一郎, 國枝 厚希, 遠山 有香, 高山 佳久
2. 発表標題 レーザー通信のための超音波を使った光路確保の試み
3. 学会等名 レーザー学会学術講演会第43回年次大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 玉川 一郎
2. 発表標題 超音波を使った霧中の光路確保と風計測の試み
3. 学会等名 第 45 回「気象測器研究会」気象センサに関する特集2
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	玉川 一郎  (TAKAGAWA ICHIRO)  (40273198)	岐阜大学・流域圏科学研究センター・教授    (13701)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------