

画像処理を用いたリアルタイムに降雨を検知するシステムの提案

板谷 佳美
Yoshimi ITAYA

1 はじめに

人は、降雨状況によって様々な行動を起こす。例えば、雨に濡れない対策として、私たちは傘やレインコート等の雨具の用意や洗濯物の取り込み作業を行う。また店舗では、雨用サービスへの切り替えとして商品の陳列物の変更や紙袋カバーの用意などを行う。これらの行動はリアルタイムの降雨状況の検知を必要としている。しかし近年、都市化やビルの大規模化に伴い、窓が無い空間や屋外の様子を捉えづらい空間が増加している。そのため、屋内にいる人がその屋外の天候をリアルタイムで知るの容易でない。そこで本研究では、リアルタイムに降雨を検知するシステムを提案する。

2 リアルタイム降雨検知システム

提案するシステムを Fig. 1 に示す。本システムの動作手順を述べる。雨が降ると、センサが降雨を検知する。その検知情報を屋内にインターネット経由で送信し、屋内のモニタに降雨状況を示す。

本システムにおいて最も重要な部分は、降雨を検知するセンサである。このセンサはリアルタイムでの降雨を検知可能する必要がある。

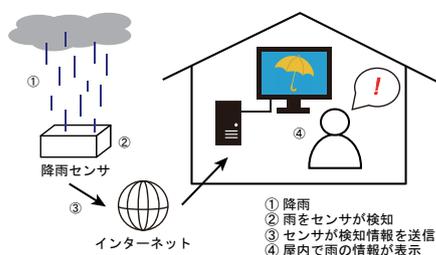


Fig.1 システム概要図

3 波紋を用いた降雨センサ

3.1 従来の降雨観測装置における課題

従来から使用されている主な降雨観測装置は次の2つである。1つ目は現在気象庁が用いて雨量計測を行っている、転倒ます型雨量計である。この雨量計は、まずに水が溜まるまで降雨を検知することができない。よって、降雨を検出するまでに時間がかかり、その時間は降水量が少ないほど多くなる。2つ目は電極を用いて雨を観測する雨感知センサである。雨感知センサは、雨の降り始めを観測することができる。その一方で、電極プリント基盤上の水が乾くまで正確な検知をすることができず、さらに降水量は判定できない。

これらのセンサでは、リアルタイムで降雨を検知するこ

とができない。そこで、小雨でも降雨の有無がリアルタイムで検知できる手法を提案する。

3.2 提案する降雨検知手法

降雨の検知に利用するものとして、水たまりに着目した。雨が降ると水たまりに波紋が広がり、雨が止むと波紋がなくなる。水たまりの波紋を検知することができれば、雨を検出できるのではないかと考えた。

そこで、波紋を利用し降雨を検知するセンサ (Fig. 2) を作成した。センサの上部にはアクリル箱が設置されており、そこに水を溜める。そしてアクリル箱の直下にカメラを設置し、そのカメラは Raspberry Pi に接続する。カメラに水面全体を映すため、アクリル箱を重ね、カメラから水面までの距離を確保した。

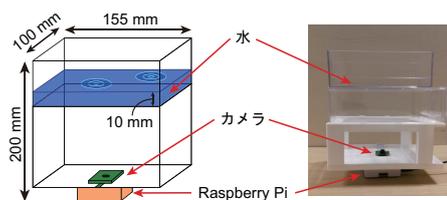


Fig.2 波紋を用いた降雨センサ

カメラ画像から降雨を検知する手法を、Fig. 3 に示す。本手法の手順を述べる。まずカメラで水面を底から撮影する。次に撮影した画像と事前に撮影済みの降雨のない状況の画像との差分を計算する。そして、その差分値で出力される画像を二値化し、二値化画像の白部分を計算する。その白部分面積比率の変化から水滴を判断し、降雨を検知する。

二値化における閾値は 0 から 255 までの 256 段階で設定可能である。その中で、今回は 10, 20, 30, 40, 50 で設定した結果、より水滴部分を抽出できた 30 を選択した。

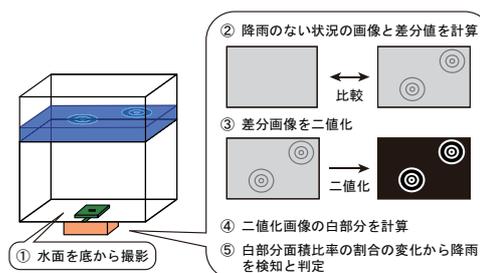


Fig.3 降雨検知の手法

4 波紋を用いた降雨センサの動作実験

4.1 実験概要

作成したセンサが波紋を検知できるか確認するため、スポットを用いて実験を行った。屋内でセンサ上から水面にスポットで水滴を4滴落とした。

4.2 実験結果と考察

カメラで撮影した画像と差分二値化画像を Fig. 4 に、二値化画像における白部分面積比率の変化を Fig. 5 に示す。

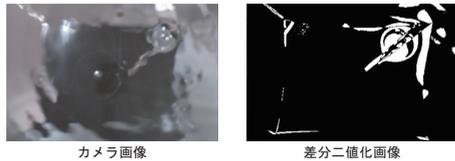


Fig.4 カメラ画像と差分二値化画像

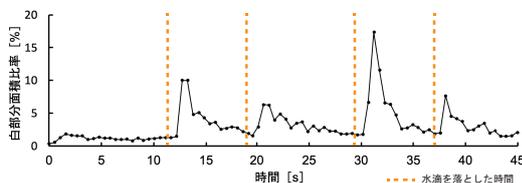


Fig.5 白部分面積比率の変化

Fig. 5 から、水滴を落とした直後に白部分の面積比率が急激に上昇し、すぐに急激に下降していることが分かる。この結果から、4 滴の水滴を正しく検知できたことが分かる。

5 降水量の違いによる動作実験

5.1 実験概要

スポットを用いた実験では、スポットからの水滴が実際の雨粒よりも大きくなっていった。そこで、水滴をより小さくし擬似的に小雨の再現を行い、作成したセンサで水滴の特徴を捉えられるかを確認する実験を行った。擬似的な小雨の再現には、身近にあるものとして霧吹きと散水ノズルを使用し、センサに向けて水を散布した。また、再現できた降水量を測定するために転倒ます型雨量計をセンサの隣に設置した。

5.2 霧吹きでの実験結果と考察

カメラで撮影した画像と差分二値化画像を Fig. 6 に、二値化画像における白部分面積比率の変化を Fig. 7 に示す。Fig. 7 から、センサ上に水滴が落ちている間、スポットの実験でも見ることができた水滴の特徴が続いていることが分かる。また、白部分面積比率の値は 3% 以下に集まっていることが分かる。さらに、100 秒付近や 180 秒付近ではグラフが山型になり、値が小さくならない。これは画像より、雲の影響で差分値が大きくなっていると考えられる。

この実験の課題は次の 2 つである。センサへの霧吹き散水量が転倒ます型雨量計の計測充分量に足りないため、降水量が計測できないことである。そして風で散布する水が流され一定の水を降らせることができないことである。

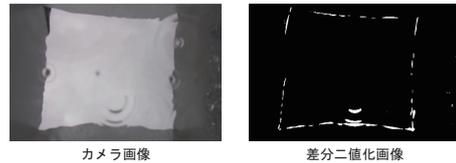


Fig.6 カメラ画像と差分二値化画像（霧吹き）

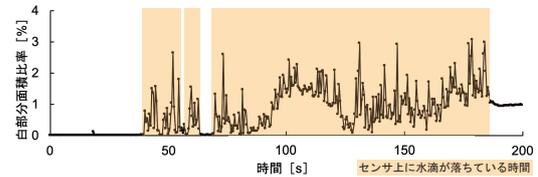


Fig.7 白部分面積比率の変化（霧吹き）

5.3 散水ノズルでの実験結果と考察

カメラで撮影した画像と差分二値化画像を Fig. 8 に、二値化画像における白部分面積比率の変化を Fig. 9 に示す。

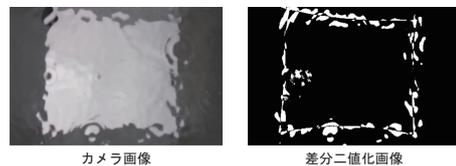


Fig.8 カメラ画像と差分二値化画像（散水ノズル）

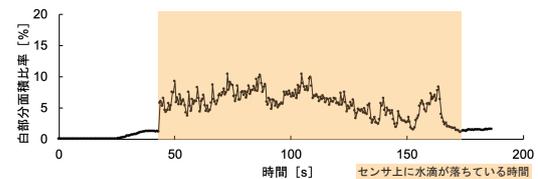


Fig.9 白部分面積比率の変化（散水ノズル）

Fig. 9 から、センサ上に水滴が落ちている間水滴の特徴が続いていることが分かる。また、白部分面積比率の値は 5% から 10% 付近に集まっており、霧吹きのときより全体的に大きな値となっていることが分かる。さらに、約 30 秒以降から値が小さくならないのは、雲の影響であると考えられる。

しかしこの実験での降水量は 20 mm で小雨ではなく、また散水ノズルの水でも風で流され正しい降雨量が測定できなかった。

6 今後の展望

本実験から、二値化画像の白部分面積比率の変化により水滴を捉えられることが可能であることが分かった。また、水滴の大きさや降水量により白部分面積比率が異なることが分かった。

今後は、作成したセンサが実際の降雨を検知できるのかを確認するため、雨天時に実験を行う。また、白部分面積比率の変化の特徴を利用した降雨検知アルゴリズムの考案する。さらに、今回できなかった擬似的な小雨の再現方法を検討する。