

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、ビルの大規模化や地下空間の増加に伴い、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、屋内にいる人が屋外の天候をリアルタイムで知るのには容易でない。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 既存の降雨観測装置の課題

現在、降雨観測のために主に用いられる装置は次の2つである。1つ目は現在気象庁が用いて降水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、まずに水が一定量溜まるまで降雨を検出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。

これらの降雨観測装置では、リアルタイムで降雨を検知することができない。そこで、降雨の有無を、特に小雨でもリアルタイムで検知できる手法を提案する。

3 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。その検知情報をセンサが送信し、屋内に降雨状況を示す。

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

4 波紋を用いた降雨センサ

4.1 雨粒により生じる波紋の円検出手法

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、雨が止むと同時に波紋がなくなる。水たまりの波紋を検知することが

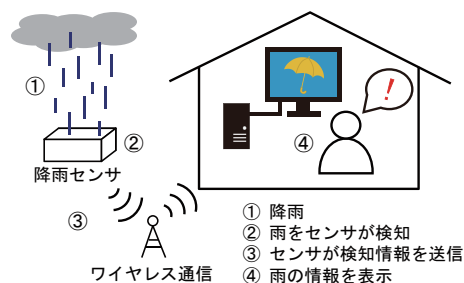


Fig. 1 システム概要図

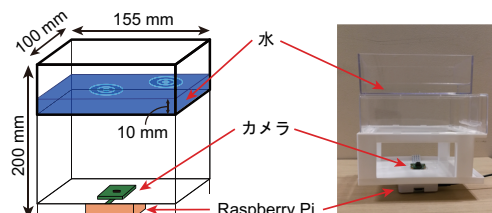


Fig. 2 波紋を用いた降雨センサ

できれば雨を検知できるのではないかと考えた。

また、水面に広がる波紋は円を描く。そこで、雨粒により生じる波紋の検知において画像解析による円検出を利用した。波紋による円検出には OpenCV の HoughCircle 関数を利用した。

4.2 提案する降雨検知手法

波紋により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。

作成したセンサを用いて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。次に撮影した画像を外部のパソコンが取り込む。そして、パソコンが撮影した画像を解析し、円検出を行なう。これらの動作を繰り返し、一定時間に何回も円を検出すると降雨があったと判断する。

5 波紋を用いた降雨センサの雨粒検知実験

5.1 実験概要

作成したセンサが雨粒により生じる波紋を検知できるか確認するため、実験を行った。降雨があった2018年

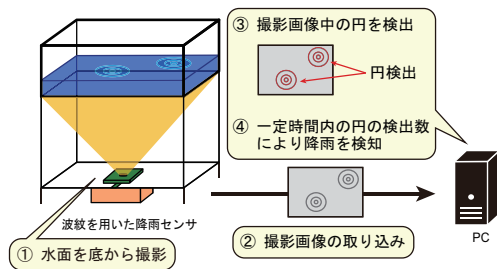


Fig. 3 降雨検知の手法

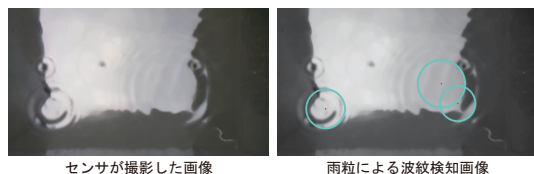


Fig. 4 センサが撮影した画像と雨粒による波紋検知画像

12月20日13時20分から13時50分にかけて実施した。同志社大学香知間横のスペースに、作成したセンサを設置した。また、降水量を測定するために転倒ます型雨量計を作成したセンサの隣に設置した。センサ内カメラの撮影設定を60 fpsに設定し、水面を撮影した。

5.2 実験結果

センサ内カメラが撮影した画像と雨粒による波紋検知画像をFig. 4に示す。実験時、降水量を測定するため転倒ます型雨量計を30分間設置したが、一度もますが傾くことがなかった。転倒ます型雨量計は降水量0.5 mmの降雨があるとますが倒れる。ここから、実験時の降水量は1 mm/h未満であると言える。実験時の撮影動画から雨粒により生じる波紋が円を描くのを捉えることができることがわかった。また動画の解析結果から、小雨の雨粒によって生じた波紋の有無をHough変換によって検出できることがわかった。

6 降雨判定の提案アルゴリズム

6.1 降雨検知の判断基準の検討

5章の実験をもとに、降雨検知の判断基準を考えた。実験時の雨粒による波紋検知動画にて、円検出の間隔を計測した。実験動画中の20分間のうち、円の検出間隔とその回数をFig. 5に示す。この動画では円検出がない間隔は5秒以上が10回、10秒以上が2回、15秒以上は0回であった。この結果から、15秒より長く設定した20秒を基準とし、20秒以上円検出がない場合降雨なしと判断した。

この結果から、次のように降雨判定のアルゴリズムを提案する。円の検出後20秒間円が検出されない場合、降雨なしと判断する。そして円が検出された後20秒以内に再度円が検出されると、降雨ありと判断する。

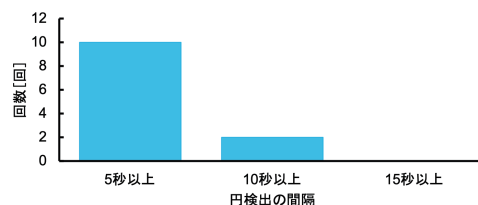


Fig. 5 円が検知されなかった間隔とその回数

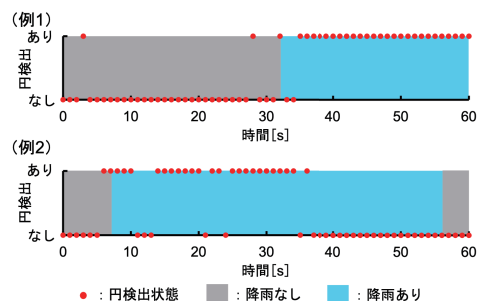


Fig. 6 提案アルゴリズムによる降雨判定例

一例としてFig. 6を示す。横軸は時間、縦軸は1秒間の円検出の有無を示す。例1では、3秒の時点で円が検出されその後20秒間円が検出されていないため、降雨なしの判断が続く。28秒時点で円が検出され、その3秒間後再度円が検出されるため、32秒時点で降雨ありの判断になる。また例2の場合、6秒時の円検出では降雨と判断しない。次の円が1秒後に現れるため、ここで降雨ありの判定となる。その後降雨ありが続くが、36秒時点を最後に20秒間円が検出されないため、56秒の時点で降雨なしの判断になる。

6.2 降雨検知の判断基準の検証実験

実際の雨で、6.1節に示した降雨判定の提案アルゴリズムを適用できるか確かめるため、実験を行った。降雨があった2019年1月31日16時から16時30分にかけて、5.1節に示す実験条件で実施した。実験時の降水量は転倒ます型雨量計で測定した結果、3 mm/hであった。実験動画の解析結果から、円検出の間隔は最大で3秒であった。この結果から、本実験では降雨判定の提案アルゴリズムが正しく利用できることがわかる。

7 結論

今回、波紋を用いた降雨センサを作成した。そして、実際の降雨時に屋外に設置することで、Hough変換で雨粒により生じる波紋を検出できることがわかった。そして実験結果から、降雨判定のアルゴリズムを提案した。再度実際の降雨時に屋外に降雨センサを設置することで行った実験では、提案アルゴリズムで降雨の有無を判断できることがわかった。