

課題番号	Q21J-03
課題名（和文）	下水管路画像を用いた異常判定のためのスモールデータ学習に関する研究
課題名（英文）	Study on Small Data Learning for Abnormality Determination Using Sewerage Pipe Images
研究代表者	所属（学部、学科・学系・系列、職位） 理工学部情報システムデザイン学系 助教 氏名 小河 誠巳
共同研究者	所属（学部、学科・学系・系列、職位）  氏名
	所属（学部、学科・学系・系列、職位）  氏名
	所属（学部、学科・学系・系列、職位）  氏名
	所属（学部、学科・学系・系列、職位）  氏名

#### 研究成果の概要（和文）

本研究では、スモールデータ解析の観点から下水管路画像の異常検知を試みた。スモールデータ解析の観点から下水管路画像を用いた検査を検討すると、画像の分類によって下水管路の検査項目は不均衡データとなることがわかった。そこで、不均衡データに適した異常検知のための手法を検討した。

異常検知手法としては、下水管路の画像に対して物体検出（YOLOv5）を用いて、15種類の異常ラベルに基づく異常検知を試みた。その結果、ラベル全体の評価指標である mAP(mean Average Precision)で約 60%を得た、また、15種類の異常ラベルの中で6種類のラベルにおいて AP70%の精度を得た。

#### 研究成果の概要（英文）

In this study, abnormality detection of the sewer pipe image was tried from the viewpoint of small data analysis. When sewer pipe inspection was examined from that, it was found that sewer pipe inspection items become imbalanced data according to the classification of sewer pipe images. As an abnormality detection technique, we tried using YOLOv5 for abnormality detection based on 15 kinds of abnormal labels. As the result, about 60% was obtained in mAP which was an evaluation index of the whole label, and the accuracy of AP 70% was obtained in 6 kinds of labels.

## 1. 研究開始当初の背景

近年、日本では下水管の老朽化が進み、検査のための人員や費用の不足が指摘されている。そのため、AI 関連技術を用いたシステムの効率化や低コスト化が望まれている。

他方で、近年スモールデータ解析が注目されている。これまでビッグデータが注目されてきたが、データの発生が稀であったり収集可能なデータが制限されていたりする場合など、データの収集が困難な場合があることも認識され始めている。ここで、スモールデータの中でも多数クラスと少数クラスのデータが混在するデータを不均衡データという。

下水管の異常検知は検査員による経験と専門知識が必要であり、ラベルの付与のためのコストが高い。また、異常にも偏りがあり、収集が困難なデータもある。よって、下水管画像データはスモールデータとしての特徴を持ったデータといえる。

## 2. 研究の目的

そこで本研究では、上記背景を踏まえた下水管画像の異常判定をスモールデータの観点から検討した。下水管画像には1枚の画像に複数の異常ラベルが付与されているため、通常のマルチクラス分類では分類が不十分となる。そこで、画像中にラベルとともに位置情報も推定できる物体検出の手法を用いる。さらに、ラベル数が少ないデータでも検出精度が向上するようにデータ拡張も試みる。

## 3. 研究の方法

まず、下水管画像の異常ラベルの再分類による不均衡データとなることの整理と物体検出を用いた異常検知を行った。異常ラベルの再分類を行った理由は、元々の検査項目は58種類（異常ラベルに相当）あったが、このままではデータが少なすぎるラベル(0のものも存在)や画像では非常に判別が難しいラベルがあったためである。また、異常検知に物体検出を用いた理由は、応用上の観点から将来的な応用において検査員に視覚的に異常箇所を提示した方が良いと考えたこと、下水管画像の異常が1枚の画像に複数の異常を含む場合があるマルチラベル問題で

あること、不均衡データであること、の3点による。

異常ラベルの再分類の結果、58種類の異常ラベルを15種類に再分類した。物体検出は、このラベルに基づいて、画像ごとに適用する。

物体検出には処理速度と精度を考慮して、YOLOv5を用いた。また、データ拡張は回転と反転を用いた。その結果、5,571枚から37,095枚のアノテーション（どこにどのラベルの物体があるのか指定した情報）画像を得た。これを物体検出のための学習データ、評価データ、テストデータとした。

## 4. 研究成果

本研究では、スモールデータ解析の観点から下水管画像の異常検知を試みた。この観点から下水管検査を検討すると、下水管画像の分類によって下水管の検査項目は不均衡データとなることがわかった。そこで、不均衡データに適した異常検知のための手法を検討した。物体検出では事前にアノテーションが必要であるが、異常によってはアノテーションが困難な異常があることが明らかになった。例えば、「管のたるみ」や「油脂付着」等である。これは、「管のたるみ」が、底面に「水が貯まる」ことをもって「管のたるみ」と判定しているためである。また、「油脂付着」が「石灰乳」と誤判定される例が多く、これは管の種類が影響するためであったが物体検出に管の情報が反映されないからと考えられる。

異常検知手法としては、下水管の画像に対して物体検出(YOLOv5)を用いて、15種類の異常ラベルに基づく異常検知を試みた。その結果、ラベル全体の評価指標であるmAP(mean Average Precision)で約60%を得た、また、15種類の異常ラベルの中で6種類のラベルにおいてAP70%の精度を得た。

## 5. 主な発表論文等

[学会発表] (計1件)

- ① 鈴木昌弘, 小河誠巳, 松本浩樹: 物体検出を用いた下水管画像の自動異常検知, 情報処理学会第84回全国大会, 愛媛大学, 2ZK-03, pp.791-792, 3月3-5日(2022), オンライン  
(「計測と検知」セッション学生奨励賞受賞)