

深層学習を用いた固定遊具での危険な遊びの検出に関する研究

井上晴可†

上田実穂‡

大阪経済大学情報社会学部†

大阪経済大学大学院経営情報研究科‡

1. はじめに

近年、保育・教育施設における固定遊具の事故が多数発生している。中でも、休憩時間中の校庭は事故が発生する場面の約6割[1]を占める。その代表的な原因は、固定遊具からの転倒や転落によるものである。また、日本スポーツ振興センターが実施した調査によると、小学校における遊具別の負傷件数は、鉄棒、雲てい、ぶらんこ、ジャングルジム、すべり台の順に多い。実際の事故は、鉄棒からの転落、ぶらんこ付近で遊ぶ子ども同士の衝突、すべり台の滑走面の逆走、ジャングルジムの頂上や雲ていの上の歩行による転落[2]などが挙げられる。このように、不適切な固定遊具の遊び方によって発生した事故が大多数に及ぶ。そのため、保育・教育施設では、安全指導や安全点検が実施されている。また、BMS (Business Microscope) や赤外線ビーコンなどのウェアラブルセンサを用いて固定遊具の使用状況を測定し、データを分析して事故のリスクを把握する研究[3]が実施されている。しかし、従来の取組みでは危険を把握することが難しく、子どもの不適切な遊び方によって発生する事故を未然に防ぐことができない。そこで、本研究では、深層学習を用いて動画画像から、子どもおよび固定遊具を検出し、その位置関係から事故に繋がる恐れのある危険の抽出可否を検証する。実証実験の結果、固定遊具における危険を抽出できる可能性のあるという知見を得た。

2. 研究の概要

本研究の提案手法の流れを図1に示す。本研究では、深層学習を用いて動画画像から子どもおよび固定遊具を検出し、これらの位置関係から安全性を判定する。

2.1 物体の検出

物体検出手法である YOLO (You Only Look Once) [4]を用いて、子どもおよび事故原因の上

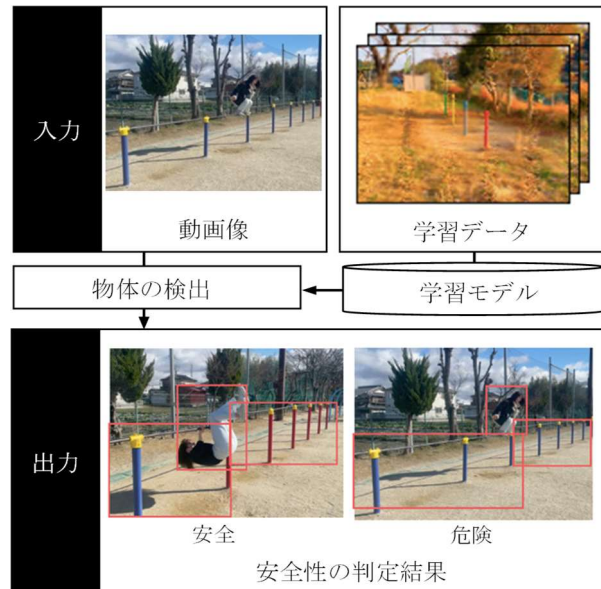


図1 本研究の流れ

表1 安全性の判定基準

固定遊具	子どもの危険行動
鉄棒	上部に立つ
雲てい	上部に乗る
ぶらんこ	2人以上で乗る
ジャングルジム	上部で手を離している
すべり台	落下の危険がある上部に乗る

位に該当する鉄棒、雲てい、ぶらんこ、ジャングルジム、およびすべり台の5種類の固定遊具を検出する。なお、既存の学習モデルでは、固定遊具を検出できないため、学習データを収集して学習モデルを生成する。

2.2 安全性の判定

YOLOで取得できるバウンディングボックスを用いて、子どもおよび固定遊具の位置関係から安全性を判定する。本研究では、固定遊具の使用における注意事項をもとに、安全性の判定基準(表1)を設定する。鉄棒、雲てい、ジャングルジムおよびすべり台は、子どものバウンディングボックス領域の上部2分の1が固定遊具より上にある場合に危険とする。ぶらんこは、固定遊具内で子どものバウンディングボックス領域が2分の1以上重なっている場合に危険とする。

Research for Detecting of Hazardous Play at Playground Equipment Using Deep Learning

† Haruka Inoue

Faculty of Information Technology and Social Sciences, Osaka University of Economics

‡ Miho Ueda

Graduate School of Business Information System, Osaka University of Economics

3. 実証実験

実証実験では、固定遊具を検出するための学習モデルの精度を検証し、子どもと固定遊具の位置関係から安全性の判定可否を確認する。

3.1 実験の内容

本実験では、公園で撮影した動画像から切り出した画像を学習データおよび評価データとする。学習データは 500 枚とそれらを拡張した 100 枚の計 600 枚、評価データは 30 枚とする。まず、固定遊具の検出精度は、適合率、再現率、および F 値により評価する。次に、安全および危険に該当するシーンの各固定遊具それぞれ 10 枚ずつを対象に、目視にてバウンディングボックスの位置関係を確認して、安全性の判定可否を評価する。なお、本研究では 20 代女性が被験者となる。

3.2 結果と考察

まず、検出精度を表 1、検出結果を図 2 に示す。全体の F 値は、0.76 となり概ね正確に検出できることがわかった。固定遊具別の F 値を比較すると、ジャングルジムが高く鉄棒は低かった。これは、鉄棒のバリエーションが乏しかったことが要因と考えられる。次に、判定精度を表 3、判定結果を表 4 に示す。全体の F 値は、0.80 となり高精度に判定できることがわかった。しかし、ぶらんこおよびすべり台の F 値が低かった。これは、固定遊具全体のバウンディングボックスのみでは判定できないことが要因と考えられる。これらの結果より、学習データの増加や固定遊具の部分別の学習により、検出精度および判定精度を向上できると考える。

4. おわりに

本研究では、深層学習を用いて検出した子どもと固定遊具の位置関係から事故に繋がる恐れのある危険を抽出できる可能性を示唆した。今後は、時系列データに対応できる Convolutional Long Short-Term Memory Networks を用いて、すべり台での逆走などの危険な行為を予測する。

参考文献

- [1] 日本スポーツ振興センター：学校における事故防止の留意点，入手先<<https://www.jpnsport.go.jp/anzen/Portals/0/anzen/kenko/jyouhou/pdf/R1saigai/R1saigai05.pdf>>（参照 2023-1-12）。
- [2] 日本スポーツ振興センター：固定遊具の事故防止マニュアル，入手先<https://www.jpnsport.go.jp/anzen/anzen_school/bousi_kenkyu/tabid/1962/Default.aspx>（参照 2023-1-12）。
- [3] 花井忠征，山本彩未：ウェアラブルセンサを用いた教育・保育施設における固定遊具のリスクマネジメント，現代教育学研究紀要，中部大学現代教育学研究所，Vol.12，pp.9-15（2018）。
- [4] Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R. and Farhadi, A. : You

表 2 固定遊具の検出精度

検出対象	適合率	再現率	F 値
鉄棒	0.43	0.43	0.43
雲てい	0.84	0.87	0.85
ぶらんこ	0.67	0.93	0.78
ジャングルジム	0.88	0.97	0.92
すべり台	0.69	0.90	0.78
全体	0.70	0.82	0.76



図 2 検出結果の例

表 3 安全性の判定精度

固定遊具	判定	適合率	再現率	F 値
鉄棒	安全	1.00	0.70	0.82
	危険	0.90	0.90	0.90
雲てい	安全	1.00	1.00	1.00
	危険	0.89	0.80	0.84
ぶらんこ	安全	1.00	1.00	1.00
	危険	0.71	0.50	0.59
ジャングルジム	安全	0.89	0.80	0.84
	危険	0.80	0.80	0.80
すべり台	安全	1.00	0.90	0.95
	危険	0.20	0.20	0.20
全体		0.84	0.76	0.80

表 4 判定結果の例

固定遊具	安全	危険
鉄棒		
雲てい		
ジャングルジム		

Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection, arXiv (online), available from <<https://arxiv.org/pdf/1506.02640.pdf>> (accessed 2023-1-12).