

令和元年度「ICTとくしま創造戦略」重点戦略の推進に向けた調査・研究事業

状況に合わせた提示が可能な
簡易サイネージの開発
(報告書)

令和2年1月

国立高等専門学校機構 阿南工業高等専門学校

1 はじめに

近年、地域活性化のためにスポーツイベント、地域のお祭り、花火大会などのイベントが実施されている。このようなイベントではたくさんの人々が来場することが予想され、安全を確保できない場合は事故の発生につながることから安全の確保は非常に重要である[1,2]。このようなイベント開催時には普段は通行量が少ない道路でも一時的に通行量が増加するため、歩行者の誘導など、さまざまな場所において安全の確保が必要となる。この場合、イベントの主催者は警備計画を立てて安全の確保を行う必要がある。このことについては2014年3月10日付けで警察庁から各管区警察局長ほかに宛てた通達「雑踏事故の防止について」において「主催者は、十分な警備員を配置して動線の安全を確立すること。とりわけ、参集者が過密となった場合に、う回路の誘導体制及び分断規制による警備体制を確立できるよう十分な警備員を配置すること」と記述されており、イベント開催において安全の確保は必須である。警備員を増員することで、安全の確保にはつながるものの、警備に要する費用は増大し[3]、イベントの開催経費を圧迫する恐れがある。さらに近年は、警備業における人手不足が問題となっており（平成28年度の警備員の有効求人倍率は6.53倍、全職業の有効求人倍率は1.10倍）[4]、安全確保のために警備員を増員することはイベント主催者には大きな負担となる。このような問題に対応するために警察庁の「人口減少時代における警備業務の在り方に関する報告書」（平成30年4月）にはICT、IoT、ロボットなどの技術の活用による警備業務の生産性向上が提案されている。一部の警備業者においては、生体認証技術、情報通信技術、ドローン等の様々な技術を活用した警備業務が行われているものの、多くの警備業者においてICT等の技術導入が行われていない。このようなことからITを利用した雑踏事故を防ぐための仕組みについてプロジェクションマッピングを活用した誘導案内[5]や図1に示す混雑リスクを予測するシステム[6]など、さまざまな研究機関でITやAIなどを活用した研究が活発に進められている。そこで我々はIoT及びAIの技術を取り入れて、警備業務の支援が可能なサイネージシステムを考案した。従来のサイネージでは設定された内容を繰り返し表示することは可能であるが、その場の状況に合わせてサイネージが判断して掲示内容を変更することはない。我々が考案したサイネージは深層学習を用いて、その場の状況に合わせてその場の状況を撮影した画像から判断した内容を表示できるサイネージである。

本研究は地域活性化を目的として実施されるイベントにおける安全を確保するために必要となる警備に要する負担の軽減が可能となる状況に合わせた掲示が可能な簡易サイネージを開発することを目的とする。このシステムの開発により、少しの混雑が予想される場所に開発したシステムを配置することで、設置した場所における混雑の状況をサイネージが判断して適切なメッセージなどを掲示することが可能となり、来場者に混雑状況を事前に提示できる。これにより、混雑の緩和が可能となる。さらに複数台のサイネージを連携させることで、それぞれの場所における混雑の状態を把握し、状況に応じた迂回路などの提示などを行うことで混雑の解消を促すことが可能となる。これによりイベント主催者は大規模

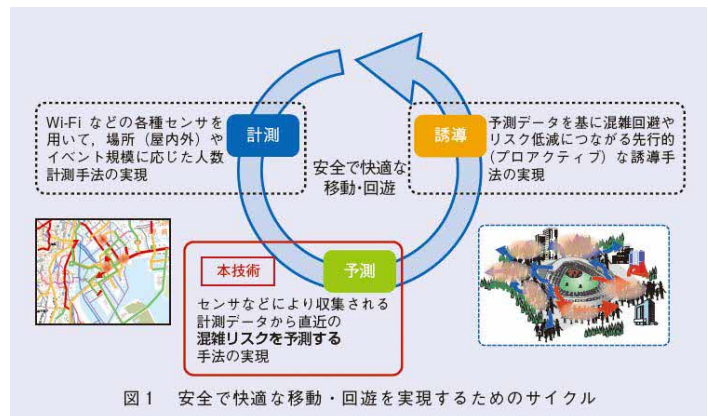


図1 混雑リスクを予測するシステム[6]

な混雑が予想される場所に警備員を効果的に増員することが可能となり、警備業務の生産性を向上し、イベントの開催経費に要する警備費用の増大を防ぐことが可能となる。

2 システム概要

2.1 混雑状況の認識

混雑状況の認識には深層学習を用いたオブジェクトの認識に用いられているライブラリのYOLO (You Only Look Once) を用いて認識を行う。混雑状況としてサイネージに接続されているシングルボードコンピュータであるRaspberry Piのカメラ(図2参照)から映像を取り込み、その撮影された画像内のオブジェクト数(人間など)をカウントする。本研究では撮影された画像内のオブジェクト数により混雑状況を判断するよう設定した。



図2 撮影及び認識を行う機器

```
layer   filters  size      input          output          BFLOPs
0 conv   16         3 x 3 / 1  416 x 416 x 3  -> 416 x 416 x 16  0.150 BFLOPs
1 max    2         2 x 2 / 2  416 x 416 x 16  -> 208 x 208 x 16
2 conv   32         3 x 3 / 1  208 x 208 x 16  -> 208 x 208 x 32  0.399 BFLOPs
3 max    2         2 x 2 / 2  208 x 208 x 32  -> 104 x 104 x 32
4 conv   64         3 x 3 / 1  104 x 104 x 32  -> 104 x 104 x 64  0.399 BFLOPs
5 max    2         2 x 2 / 2  104 x 104 x 64  -> 52 x 52 x 64
6 conv   128        3 x 3 / 1  52 x 52 x 64   -> 52 x 52 x 128  0.399 BFLOPs
7 max    2         2 x 2 / 2  52 x 52 x 128  -> 26 x 26 x 128
8 conv   256        3 x 3 / 1  26 x 26 x 128  -> 26 x 26 x 256  0.399 BFLOPs
9 max    2         2 x 2 / 2  26 x 26 x 256  -> 13 x 13 x 256
10 conv  512        3 x 3 / 1  13 x 13 x 256  -> 13 x 13 x 512  0.399 BFLOPs
11 max   2         2 x 2 / 1  13 x 13 x 512  -> 13 x 13 x 512
12 conv  1024       3 x 3 / 1  13 x 13 x 512  -> 13 x 13 x1024  1.595 BFLOPs
13 conv  1024       3 x 3 / 1  13 x 13 x1024  -> 13 x 13 x1024  3.190 BFLOPs
14 conv  125        1 x 1 / 1  13 x 13 x1024  -> 13 x 13 x 125  0.043 BFLOPs
15 detection
mask_scale: Using default '1.000000'
.weights...Done!
Predicted in 39.183853 seconds.
person: 63%
```

図3 認識処理の実行結果

図3に認識処理の実行結果を示す。撮影された画像内において認識できたオブジェクトについての情報(図3の場合はperson: 63%)が表示され、この数により混雑状況を判断する。図4に認識結果を示す。認識されたオブジェクトには枠が表示されており、人間として認識されている

ことが分かる。実際は3名の人物が撮影されているが1名のみの認識となっている。



図4 Yoloによる認識結果

2.2 サイネージへの掲示

混雑状況の認識により、判断した内容をサイネージに表示する。表示する内容は混雑していない場合（認識したオブジェクト数が0個）、少し混雑している場合（認識したオブジェクト数が1個）、混雑している場合（認識したオブジェクト数が2個）、非常に混雑している場合（認識したオブジェクト数が3個以上）に色を分けて表示する。図5にそれぞれのメッセージを表示したときの状態を示す。



図5 サイネージへの表示 (a) 混雑していない場合（認識したオブジェクト数が0個）、(b) 少し混雑している場合（認識したオブジェクト数が1個）、(c) 混雑している場合（認識したオブジェクト数が2個）、(d) 非常に混雑している場合（認識したオブジェクト数が3個以上）

2.3 システムの概要

本研究で開発するシステムはサイネージに接続されたシングルボードコンピュータのカメラによりシステムが設置された付近を撮影し、撮影された画像を利用して混雑状況を判断する。本システムの概要を図6に示す。イベント実施地域の一部が混雑している場合は、混雑している場所へ人が流入しないようサイネージに表示し、混雑を緩和するようにする。またシステムを複数台設置することで、それぞれシステムが設置された付近の情報について通信を行い、最適な迂回路などを提示できるようにすることが目標である。

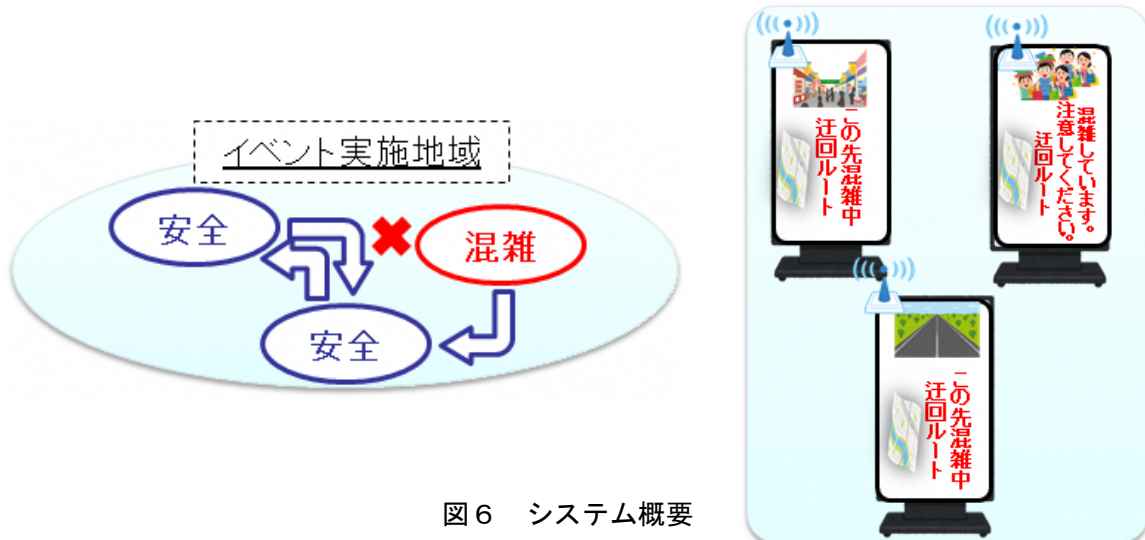


図6 システム概要

図7に開発したシステムを示す。シングルボードコンピュータはディスプレイの裏に配置しており、接続されたカメラにより、撮影する。撮影した画像から混雑状況を判断して、サイネージに判断結果を表示する。今回は撮影を5分間隔で撮影する設定としており、5分毎に状況に応じた内容にサイネージの内容が更新される。



図7 開発したサイネージシステム

3 システムの評価

3.1 混雑状況の提示について

本研究の目的は警備業務の支援を行うため、イベントなどで少しの混雑が予想される場所に開発するシステムを複数台設置して、混雑の緩和を行うシステムの開発である。本来は開発したシステムをイベント会場などに設置して、その効果などを評価することが重要である。しかし、本研究では画像を撮影し、混雑状況を判断することから、プライバシーへの配慮が必要であり、実証実験については容易に行えない。そのため、本研究における評価としてシステムを外部には設置せずに学校内（研究室内）における混雑状況について判断し、実証実験の前段階として開発したシステムが正常に動作することの確認を行った。また図8に評価で利用したサイネージシステムを示す。

評価については1つのシステムは研究室内の画像を撮影して、撮影した画像から状況を判断する。判断した結果を研究室外に設置した別のシステムと通信を行い、判断結果に従った内容をサイネージで表示する方法で実施した。

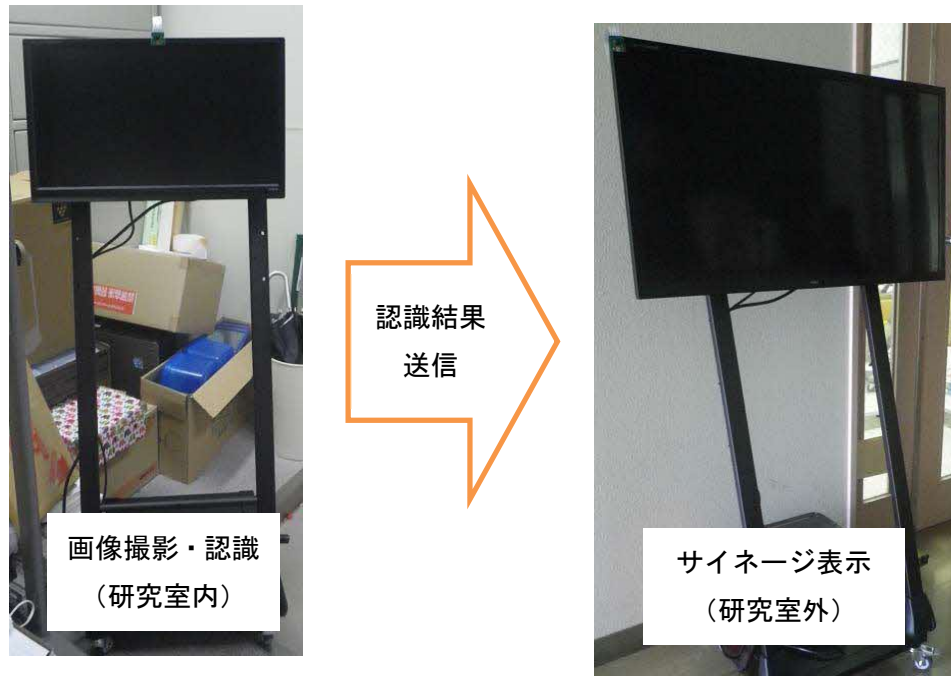


図8 評価に利用したサイネージシステム

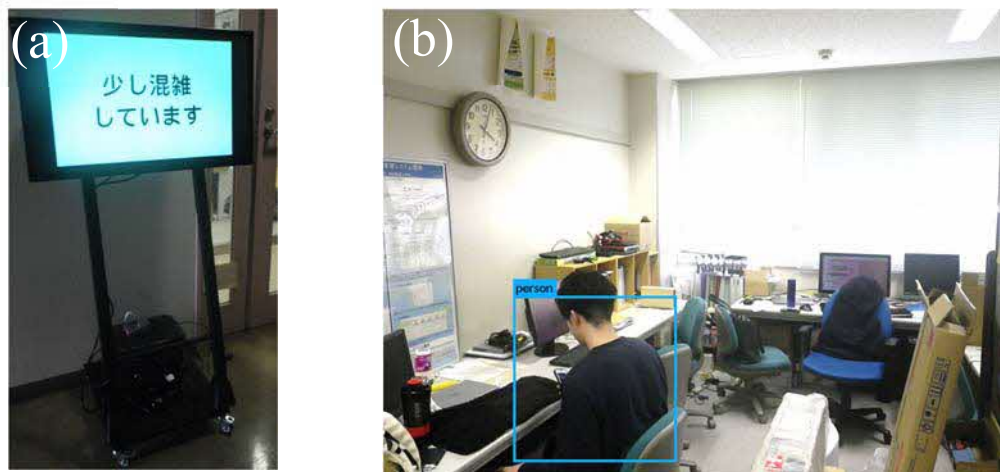


図9 研究室内の人数が1名の場合の評価 (a) サイネージの表示 (b) 画像認識結果

図9に研究室内に人が1名存在する場合のサイネージの表示及び認識結果を示す。図9 (b) からオブジェクトを1個認識しており、混雑状況の判断は「少し混雑している」となっている [図9 (a) 参照]。次に図10に研究室内に複数の人が存在する場合のサイネージの表示及び認識結果を示す。図10 (b) から研究室内に3名存在するが認識では2個のオブジェクトしか認識していない。そのためサイネージの表示は「たいへん混雑しています」ではなく「混雑しています」のメッセージとなっている [図10 (a) 参照]。

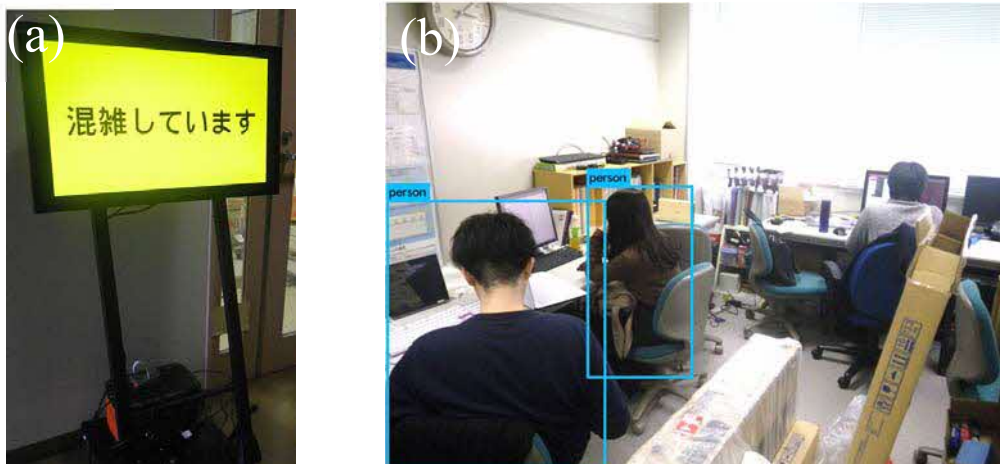


図 10 研究室内の人数が3名の場合の評価 (a) サイネージの表示 (b) 画像認識結果

本研究の評価では学校内（研究室内）における混雑状況について判断し、システムの実証実験の前段階として開発したシステムが正常に動作することの確認を行った。その結果、システムは正常に動作し、また通信なども正常に行えたものの、画像認識のミスにより誤った内容をサイネージに表示することとなった。画像認識は明るさなどが認識結果に影響を与えることから、今回認識できなかった人の周囲が正常に認識できた人の周囲よりも明るかったことなどが影響していると考えられる。また画像認識に要する時間に着については1枚の画像認識には30秒程度の時間が必要であった。しかし、今回は5分間隔で撮影し、サイネージの内容を更新したことから認識時間については大きな問題とならなかった。

3.2 今後の改善点について

開発したシステムの評価では画像認識によるミスが発生しており、認識の精度を向上する必要がある。明るさなどによる影響をできるだけ受けまいよう認識するためには、学習データを収集してさらに学習する必要があると考えられる。今回は実証実験を行う前のシステムが正常に動作することの評価だけを実施したが、実証実験を実施することでさらに認識などの問題が明らかになることも予想される。そのために実際のイベントなどで得られるデータなどを学習に用いる必要がある。さらに実証実験では晴天時の昼間だけでなく雨天時や夜間などにおける評価が必要となる。そのようなデータについても収集して、学習させておく必要がある。実証実験においてはプライバシーなどを十分に配慮して実施する必要があることから、プライバシーについて気を付ける点を洗い出して、事前に対応しておくようにしたい。

画像認識の時間は1枚につき30秒程度要した。今回は5分毎にサイネージの内容を更新したが、さらに短期間でサイネージの表示内容を更新する場合には1枚の認識時間の短縮が必要となる。今回利用したシングルボードコンピュータとは異なるコンピュータの利用を検討するなどして解析に要する時間の短縮を図る必要がある。

また、今回は混雑状況のみの判断であったが、さらに複数のシステムを連携させて、混雑状況をそれぞれのシステムで共有し、迂回路などの情報をサイネージに表示できる機能などの開発を予定している。

4. まとめ

本研究は地域活性化を目的として実施されるスポーツイベント、地域のお祭り、花火大会などのイベントにおける安全を確保するために必要となる警備に要する人員や経費の負担の軽減が可能となる状況に合わせた掲示が可能な簡易サイネージを開発することを目的として実施した。その結果、開発したシステムは正常に動作したが、画像の認識ミスにより誤った情報がサイネージに表示されることが明らかになった。これは画像認識の学習が不足していることが原因であると考えられることから、学習データの収集が今後の課題である。また、学習データには晴天の昼間のデータが多いため、雨天時や夜間についてはさらに認識の精度は低下すると考えられる。そのため、晴天の昼間だけのデータでなく雨天時や夜間におけるイベント実施時の学習データなどについても収集して、学習させる必要があると考えている。

またサイネージには撮影された画像を利用した認識結果から判断された内容が表示される。今回は表示する内容は4種類しか準備しなかったが、さらに細かい分類を行う必要があると考えている。さらに細かく判断するための判断材料としては、複数のシステムが通信により共有しているそれぞれのシステムが設置されている場所の混雑状況を利用することを考えている。これらの情報を利用することで混雑状況だけでなく迂回路などの情報を掲示できるような機能追加を予定している。

本研究で開発したシステムを利用することで、地域の活性化を目的としたイベントに要する負担について安全を低下させることなく軽減できるようになると考えられる。しかし、本研究では実証実験などは行えておらず、実際のイベントで使用して、その効果などを評価する必要がある。実証実験の実施には、システムの改善やプライバシーに対する配慮など対応が必要な課題はたくさんあるため、少しずつそれら課題に対応し、有効なシステムの開発を実施したい。

謝辞

本システムの開発・評価に積極的に協力してくれた阿南工業高等専門学校 創造技術工学科 情報コース 多田 魁登さん、小林 七海さん、百々 優志郎さん、橋本 綾斗さんに謝意を表する。

参考文献

- [1] 田中 智仁, "コンパクトシティにおけるイベント警備の現状と課題 仙台市を事例とした考察", 仙台大学紀要, Vol. 48, No. 1, pp. 1-12 2016.
- [2] 貝辻正利, 北後明彦, "雑踏事故に至る高密度群衆滞留下での群衆波動現象に関する研究 一大規模イベント事例分析を通じて", 地域安全学会論文集, No. 17, pp. 63-71, 2012.
- [3] 関西学院大学 上村研究会 地方創生分科会, "花火大会の経済的価値と運営改善 みなとこうべ海上花火大会を事例として", 日本政策学生会議論文 2018
- [4] 警察庁 人口減少時代における警備業務の在り方に関する有識者検討会, "人口減少時代における警備業務の在り方に関する報告書", 平成30年4月
- [5] 山下 倫央, "ITを活用した群集流動における安全安心の実現に関する実証的研究", 公益財団法人日工組社会安全研究財団研究助成 2015年度一般研究助成 研究報告書
- [6] 佐藤 大祐, 塩原 寿子, 宮本 勝, 上田 修功, "群集誘導のための人流予測技術", NTT技術ジャーナル, pp. 38-41, 2018. 6