

北海道情報大学図書館における 滞在人数可視化システムの開発

南 朝陽¹ 辻 順平¹ 湯村 翼¹

概要：北海道情報大学の図書館は建物 3 フロア分あり、職員が特定のエリアに集中しているため、上層階や奥まったスペースでは目の届かないところが多い。そのため、利用者数の把握が難しく、適切なサービス提供が困難である。そこで本研究では、Web カメラを用いた滞在人数可視化システム NOVVS を開発する。館内に設置された Web カメラから画像処理で人物認識を行い、リアルタイムでデータを収集し、滞在人数の可視化を行う。また図書館の自由に関する宣言に基づきプライバシーを考慮したシステム設計を目指す。これにより、職員の状況把握や利用者の利便性向上が期待される。

1. はじめに

北海道情報大学図書館は、eDC タワーという建物の 4～6 階の 3 フロアに位置する。図書館職員は主に 4 階の一角に常駐しており、直接視認できない死角のエリアや他フロアの状態を把握することが困難となっている。そのため、図書館内の滞在人数を一覧できるサービスが求められる。

屋内施設の混雑度合いを計測し可視化するサービスとしてお買い物混雑マップ [1] やノジマの混雑状況可視化システム [2] などさまざまなシステムが存在する。しかしながら、図書館には「図書館の自由に関する宣言」というポリシーがある [3]。そのひとつとして、利用者の秘密を守る任務がある。そのため、他の滞在人数計測サービスを利用できるとは限らない。

図書館内の滞在人数を可視化したサービスとして、葛飾区立図書館の Web サイトがある [4]。しかし、このサービスは、図書館全体の混雑度を示すにとどまり、エリアごとの混雑度まではわからない。

そこで本研究では、図書館職員が館内の滞在中数を把握しやすくなることを目的として、滞在人数可視化システム NOVVS (Number Of Visitors Visualization System: ノーブス) を開発する。NOVVS では、図書館内に設置した Web カメラの映像を用いて、館内のエリアごとに滞在人数をカウントする。エリアごとの滞在人数は、職員が閲覧可能なビューワに表示される。本論文では、NOVVS の設計と実装を示し、図書館でおこなった実証実験の概要と考察を記述する。

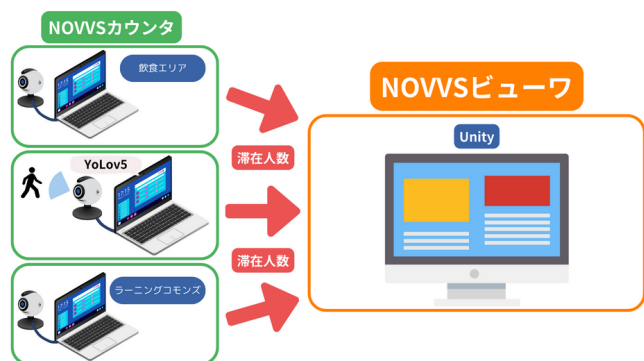


図 1 NOVVS の概要。

2. NOVVS

2.1 概要

NOVVS は、Web カメラで撮影した映像から滞在人数を算出する NOVVS カウンタと、滞在人数情報を表示する NOVVS ビューワで構成される (図 1)。滞在者をカウントしたいエリアごとに NOVVS カウンタが 1 つずつ設置される。それぞれの NOVVS カウンタは、そのエリアの滞在中数を随時 NOVVS ビューワへと送信する。ソフトウェアの実装には、NOVVS カウンタでは Python を、NOVVS ビューワでは Unity を用いた。NOVVS カウンタと NOVVS ビューワは同一 LAN で接続され、滞在中数の送信には Open Sound Control (OSC) を用いた。

2.2 NOVVS カウンタ

NOVVS カウンタは、Web カメラが撮影した映像に対して画像処理をおこない、撮影された人数をカウントする。

¹ 北海道情報大学



図 2 NOVVS ビューワ.

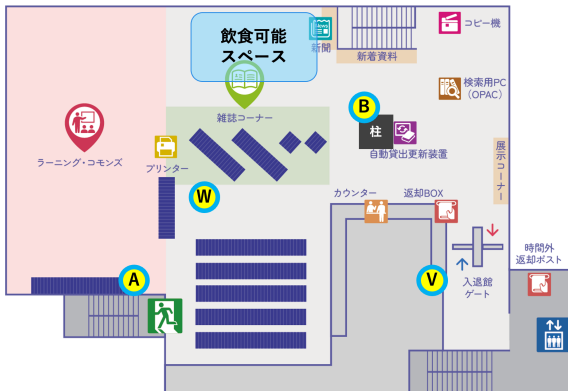


図 3 図書館フロアマップ. 青枠黄色の円が実証実験時の機材の配置場所を示す. A が NOVVS カウンタ A, B が NOVVS カウンタ B, V が NOVVS ビューワ, W が WiFi アクセスポイント.

映像から人数カウントを行うために、物体検出のための深層学習アルゴリズム YOLOv5 [5] を用いる. YOLOv5 の学習済みモデルを使用し, person と判定されたバウンディングボックスの情報を用いる. 信頼度が閾値を超えて person と判定されたものを滞在者とみなし, その数をカウントする. 算出した滞在者数は, OSC で NOVVS ビューワへ送信される. また, 撮影した映像は NOVVS カウンタ内には保存せず, NOVVS ビューワにも送信しない.

2.3 NOVVS ビューワ

NOVVS ビューワは, NOVVS カウンタから受信した各エリアの滞在者数を集計し, 表示する (図 2). NOVVS ビューワには, その時の日時と総人数, 各エリア別の人数と混雑度を表示している. 混雑度は, 各エリアの着席可能数を 100% とした割合で算出し, 30% 未満を低, 30% 以上 80% 未満を中, 80% 以上を高とした. また, 滞在者数の推移を NOVVS ビューワにて記録する. 全エリア合計の滞在人数を 1 分毎に記録し, タイムスタンプとともに csv ファイルに出力する.

3. 実証実験

実装した NOVVS の動作を検証するため, 北海道情報大学図書館にて実証実験をおこなった. 実験は, 図書館の



図 4 NOVVS カウンタ A. (a) 機材設置環境. (b) 設置機材. (c) 稼働画面.

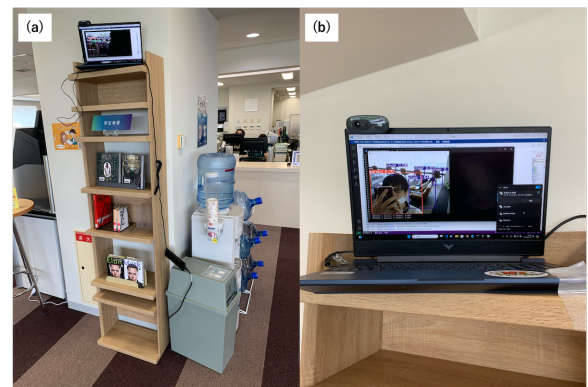


図 5 NOVVS カウンタ B. (a) 機材設置環境. (b) 設置機材.

表 1 実証実験で使用した PC.

役割	設置場所	PC	OS
NOVVS カウンタ A	ラーニングコモンズ	Raspberry Pi 4	Raspberry Pi OS
NOVVS カウンタ B	飲食可能スペース	HP Victus 15	Windows 11
NOVVS ビューワ	職員エリア	Lenovo ThinkPad E595	Windows 11

4 階のみで 30 分間実施した. フロアマップと機材配置を 図 3 に示す.

NOVVS カウンタとして Windows ノート PC と Raspberry Pi を 1 台ずつ, NOVVS ビューワとして Windows ノート PC を 1 台設置した. NOVVS カウンタは, ラーニングコモンズ (勉強スペース) と飲食可能スペースの 2 箇所に設置した (図 4, 図 5). NOVVS ビューワは, 職員が常駐するエリアに設置した.

実証実験で使用した PC のリストを表 1 に示す. それぞれの PC は WiFi での接続をおこなった. WiFi アクセス

ポイントは、図書館中央部に設置した。NOVVS カウンタにおいて、YOLOv5 の判定閾値を 0.5 と設定し、学習済みモデルは最軽量の yolov5n.pt を使用する。

実証実験では、想定通りの動作が確認できたが、一方でいくつかの課題が明らかになった。まず、Web カメラの撮影品質の問題がある。設置場所と窓との位置関係により逆光となった際に、人物の検出ができない場合があった。窓の位置を考慮してカメラの設置場所を決める必要がある。また、人物を正面からではなく後ろから撮影した場合にも、検出ができない場合があった。後ろ姿の学習データをモデルに組み込むことによって精度が向上する可能性がある。

準備段階で、WiFi アクセスポイントを見通しの悪い箇所に設置した際には、カウンタとビューワの通信が途切れることがあった。WiFi アクセスポイントを NOVVS カウンタ、ビューワいずれも見通すことができる図書館中央部に設置することで、問題なく通信が可能となった。今後、より広範囲に機器を設置する場合には、適切なネットワーク環境を用意する必要がある。

4. おわりに

本研究では、図書館職員が館内の滞在者数を把握しやすくなることを目的として、滞在人数可視化システム NOVVS を開発した。滞在者数をカウントする NOVVS カウンタと、滞在者数を表示する NOVVS ビューワの設計と実装を行い、図書館内にて実証実験をおこなった。実証実験の結果、人の検知およびカウントを想定通り行うことができた。一方、カメラの位置、後ろ姿の認識、ネットワーク環境などの課題も明らかとなった。今後は、図書館利用者がスマートフォンなどの各自の端末から閲覧できるよう、NOVVS を Web サービスとして開発することを検討する。

参考文献

- [1] Bank, B.: お買物混雑マップ, <https://covid19.unerry.jp/> (2020). Accessed: 2024/07/20.
- [2] 株式会社ノジマ: IoT センサーを活用した安心・安全な店舗運営に向けた テストマーケティングの実施について ～混雑状況の見える化・分析による混雑改善・密集回避～, <https://www.nojima.co.jp/news/category/info/57877/> (2020). Accessed: 2024/07/20.
- [3] 日本図書館協会: 図書館の自由に関する宣言, <https://www.jla.or.jp/library/gudeline/tabid/232/Default.aspx> (1979). Accessed: 2024/07/20.
- [4] 葛飾区立図書館: 混雑状況 - 葛飾区立図書館, <https://www.lib.city.katsushika.lg.jp/congestion?1> (2020). Accessed: 2024/07/20.
- [5] Ultralytics: YOLOv5, <https://github.com/ultralytics/yolov5>.