

NOVVS：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と検証

南 朝陽¹ 辻 順平¹ 湯村 翼^{1,a)}

概要：北海道情報大学図書館には多くの利用者が来館する。座席の利用状況を確認するには図書館に出向く必要があるが、来館前に確認できるサービスがあれば利便性が高まる。特定空間内の滞在人数を遠隔地で確認するための手法は多数存在する。ただし、『図書館の自由に関する宣言』では利用者の秘密を守ることが求められるため、図書館に導入するサービスには利用者に配慮したシステム設計が必要となる。そこで本研究では、利用者のプライバシーに配慮して滞在人数計測を行う、北海道情報大学図書館の滞在人数可視化システム NOVVS(ノーブス)を開発する。NOVVS は、図書館内の混雑度を Web ページとして表示し、来館者はスマートフォンで閲覧することができる。滞在人数の計測には、Web カメラの撮影画像による人物認識を用いた。利用者の秘密を守るため、撮影データを保存しないよう設計し、カメラの設置位置を配慮した。開発したシステムを用い、図書館で 1 週間の実証実験を実施した。実証実験の結果、NOVVS に多くの需要があることが確認できた。一方、カメラを用いることによる死角や遮蔽の問題も明らかとなった。

1. はじめに

北海道情報大学の図書館は eDC タワーという建物の 4～6 階にあり、飲食が可能なスペースや、リラックスした空間で読書を楽しむことができるソファスペース、私語が許され勉強や会議を行えるラーニングコモンズ、デザインアプリケーションを搭載した PC を設置している etoLa というエリアがある。これらのスペースは普段から多くの学生や地域住民に利用されており、昼休みなどの一定の時間帯になると利用者が増加し、満席になる日もある。座席の利用状況を確認するには図書館に出向く必要があるが、来館前に確認できるサービスがあれば利便性が高まる。ただし、図書館には『図書館の自由に関する宣言』[1]がある。図書館が実践することのひとつとして、利用者の秘密を守ることが挙げられる。そのため、利用者に配慮したシステム設計が必要となる。

そこで本研究では、利用者のプライバシーに配慮して滞在人数計測を行う、北海道情報大学図書館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 は、館内の混雑度を来館前に把握して行動選択に繋げることを目的とする。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し、エリアごとの滞在人数を Web ブラウザにて表示する。図書館の自由に関する宣言を尊重し、カメラの設置位置を利用者の秘密が守られるよう配慮したり、撮影データを保存しないような設計とした。EC2024 での我々の発表 [2] では、図書館内にて人数を確認するシステムを実装した。本研究ではビューワを Web アプリケーションとして実装し直し、図書館外でも確認できるよう Web サーバをインターネットからアクセスできるようにデプロイした。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。

2. 関連研究

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物混雑マップ [3] やノジマの混雑状況可視化システム [4] などさまざまなシステムが存在する。しかし、本研究では図書館の利用者の秘密を守る必要があるため、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 [5]。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。

また、大学キャンパス内の混雑状況をモニタリングする目的として、BLE ビーコン端末を利用した研究がある [6]。

¹ 北海道情報大学

^{a)} yumu@yumulab.org

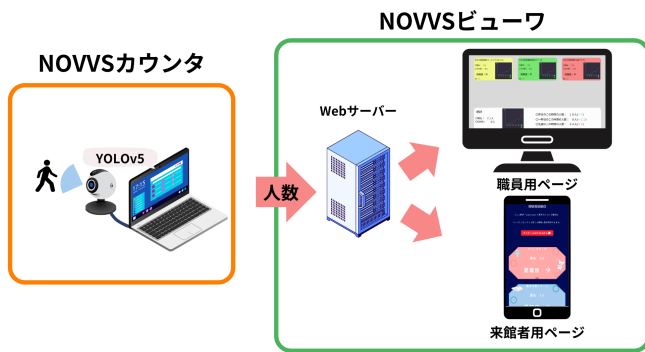


図 1 NOVVS 概要

しかし、この研究は、大学入構者が、新型コロナウイルス接触確認アプリ COCOA(COVID-19 Contact Confirming Application)[7] が稼働するスマートフォンを所持している、あるいは、BLE ビーコン端末を所持していることが前提となっており、混雑度データの取得に正確性が欠ける。

3. NOVVS

NOVVS は、滞在人数を可視化することを目的に、人数データをもとに混雑度を計算し、Web ブラウザで人数や混雑度を表示する。NOVVS 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し、人数データをサーバーに送信する NOVVS カウンタと、Web サイトから滞在人数を確認できる NOVVS ビューワで構成される (図 1)。

NOVVS カウンタでは、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[8] を用いる。YOLOv5 の学習済みモデルを使用し、信頼度が閾値を超えて person と判定されたバウンディングボックスの情報を基に、滞在者の数をカウントする。

Web カメラは 1 台のパソコンに複数接続され、各エリアの滞在者数をカウントするために使用する。NOVVS カウンタは、Web カメラ 1 台ずつ画像処理を行い、エリアごとの滞在者数を算出する。算出した滞在者数は、HTTP の POST メソッドで NOVVS ビューワの Web サーバーへ送信される。NOVVS カウンタは Python で実装した。

NOVVS ビューワでは、来館者用のページと職員用ページがある (図 2,3)。職員用ページでは、各エリアの時間ごとの滞在人数を示したグラフと、現在の滞在人数、混雑度、座席数、5 分前の滞在人数を表示する。グラフは縦軸を人数、横軸を相対時刻の滞在人数 (現在, 5 分前, 10 分前, 30 分前, 60 分前) として表示する。来館者用ページでは各エリアの滞在人数と混雑度、座席数が表示される。混雑度は、座席数を占める滞在人数の割合に応じて少, 中, 高の 3 段階で表示される。30 %以下は少, 30 %~70 %は中, それ以上は高とした。後述する実証実験にて評価をおこなうため、アンケート回答ページへのリンクも設置した。Web

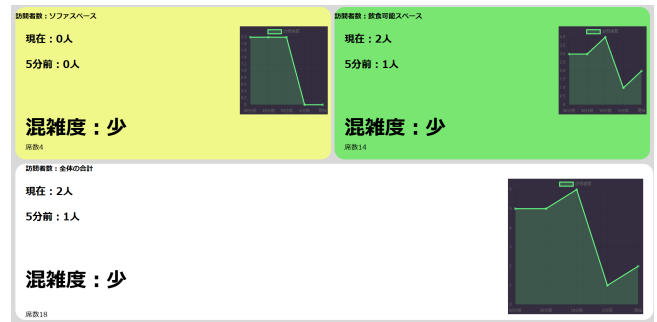


図 2 NOVVS ビューワ：職員用ページ



図 3 NOVVS ビューワ：来館者用ページ

サーバーは node.js で実装した。Web サーバーは、滞在人数の更新を受け付ける WebAPI を提供する。この WebAPI は、滞在人数が格納された JSON 形式のデータを HTTP の POST メソッドで受け付ける。なお、撮影した映像は、NOVVS カウンタの PC 内には保存せず、Web サーバーにも送信しない。

4. 実証実験

4.1 概要

実装した NOVVS の動作と実用性を検証するため、2024 年 12 月 3 日から 12 月 10 日までの 1 週間、北海道情報大学図書館内で実証実験を行った。実験は、図書館 4 階 (図 4) の飲食可能スペース (図 5) とソファスペース (図 6) を計測対象とした。NOVVS カウンタの稼働環境として Windows 11 搭載の HP 社製ラップトップ Victus 15 を使用し、ロ

表 1 アンケートの内容

番号	設問	選択肢
Q1	あなたの所属を選択してください	1. 学生/2. 教員/3. 職員/4. その他
Q2	図書館を普段どのぐらい利用しますか	1. ほとんど利用しない / 2. 週 1～2 / 3. 週 3～4 / 4. 週 5～ / 5. 図書館職員、アルバイト用選択肢
Q3	滞在人数可視化システム (以下 NOVVS-ノープス) を利用して便利だと感じましたか	1. あまり感じなかった ～ 5. とても感じた
Q4	便利だと感じた部分/不便だと感じた部分を教えてください。	自由記述
Q5	NOVVS は行動選択 (「今混んでいるからあとで行こう」など) に影響しましたか	1. 影響した / 2. 影響しなかった / 3. わからない
Q6	NOVVS の UI や操作性は満足できるものでしたか	1. あまり満足していない ～ 5. とても満足した
Q7	NOVVS が学内の図書館以外の場所にも設置されると便利だと感じますか	1. あまり感じない ～ 5. とても感じる
Q8	NOVVS が設置されるとよい場所 (学食、ラウンジなど) があれば記入してください。	自由記述
Q9	NOVVS はどのような場面で利用しましたか (これから行こうとしてたから、利用状況が気になったなど)	自由記述
Q10	NOVVS でどのような情報が閲覧できると便利だと感じましたか。	自由記述
Q11	全体を通したご意見がございましたらご記入ください。	自由記述



図 4 図書館 4 階フロアマップ. PC と Web カメラの設置位置を図内に示す.



図 6 ソファスペース



図 5 飲食可能スペース



図 7 実証実験で設置した機材

ジクール社製 Web カメラ C270n を 2 台接続した (図 7). YOLOv5 の判定閾値を 0.3 と設定し, 学習済みモデルは最高精度の yolov5s.pt を使用した. 実験対象者は, 本学の学

生、教職員、地域住民などの図書館利用者である。実証実験に参加してもらうため、学内に広告用のチラシを設置し

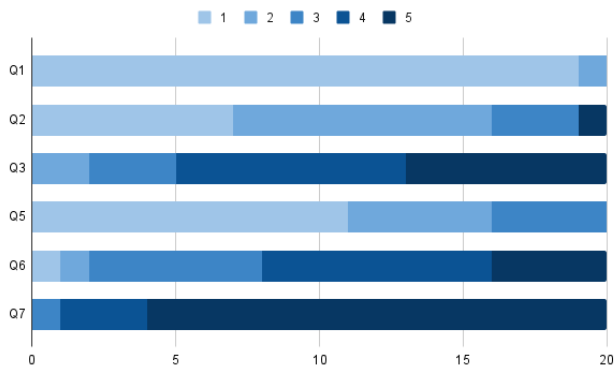


図 8 アンケート結果 (Q1~3, Q5~7)

た。利用者の評価を得るため、アンケートを実施した。

4.2 アンケート

評価のために、アンケートを実施した。このアンケートは、NOVVS を実際に使用した際に自身の行動選択に影響を与えたかどうかの検証や、学内サービスとしての混雑度可視化システムの利便性、UI や操作性の検証、今後の発展や利用者の満足度の調査を目的として行った。アンケート項目と選択肢を表 1 に、Q1~3, Q5~7 の結果を図 8 に示す。アンケート回答者は 19 名であった。Q1(1 学生/2 教員/3 職員/4 その他)では回答者の 95 % が学生であり、Q2 ではほとんど利用しないと答えた方が 35 %、週 1,2 回が 45 %、週 3,4 回が 15 %という結果になった。その他に、図書館職員も回答した。

Q3「滞在人数可視化システム (以下 NOVVS-ノープス) を利用して便利だと感じましたか」(1. あまり感じなかった~5. とても感じた)の 5 段階評価の平均値は 4.0 であった。全体の 75 %以上の方が 4 および 5 を選択しており、肯定的な評価であった。また、Q4「便利だと感じた部分/不便だと感じた部分を教えてください。」(自由記述)では、

- 図書館の混雑状況が事前に確認できる
 - 具体的な人数が見れることが便利だと思った
- などの肯定的な意見が得られた。一方、
- 人が沢山いたが、サイトには 1 人や 2 人しか認識されていなかった。
 - 図書館にはよく行くが、4 階は使わないので便利だとは感じなかった。

といった、設置位置や精度の問題も明らかとなった。

Q5「NOVVS は行動選択 (「今混んでいるからあとで行こう」など) に影響しましたか」(1. 影響した / 2. 影響しなかった / 3. わからない)では影響した利用者が 55 %、影響しなかった利用者が 25 %であった。過半数を超える利用者が、NOVVS を自身の行動選択に利用したことがわかった。

Q6「NOVVS の UI や操作性は満足できるものでしたか」

(1. あまり満足していない ~ 5. とても満足した) の 5 段階評価の平均値は 3.65 であった。やや肯定的であることがわかった。

Q7「NOVVS が学内の図書館以外の場所にも設置されると便利だと感じますか」(1. あまり感じない ~ 5. とても感じる)では平均値が 4.35 であった。大きな需要があることがわかった。また、Q8「NOVVS が設置されるとよい場所 (学食、ラウンジなど) があれば記入してください。」(自由記述)では、9 名中 8 名が学生食堂に設置されるとよいと回答があげられた。昼食時に混雑度を知るサービスに需要があることがうかがえる。

Q9「NOVVS はどのような場面で利用しましたか (これから行こうとしてたから、利用状況が気になったなど)」(自由記述)では、

- (図書館に) 行くかどうか迷ったから
- 図書館にこれから行こうと思った時に混雑しているか気になったとき

などの意見が多かった。行動選択に役立てているとうかがえる。

Q10「NOVVS でどのような情報が閲覧できると便利だと感じましたか。」(自由記述)では、今利用されている具体的な座席を閲覧したいという意見や、平均的な混み具合や予測機能の追加の意見があがった。また 5,6 階の混雑状況も知りたいという意見があり、予測機能や詳細な座席情報の提供などの機能の追加や、図書館内の他の場所への設置もできると思われる。

5. おわりに

本研究では、図書館利用者が館内の滞在人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。Web カメラで撮影した映像から滞在人数を計測し、Web ブラウザでの表示の設計と実装を行い、図書館内にて実証実験を行った。実証実験の結果、図書館利用者が混雑状況を来館前に確認できることで、来館のタイミングを調整しやすくなることがわかった。また、NOVVS は学生食堂やラウンジなどにも設置可能であり、学内のあらゆるエリアで混雑状況を把握し、行動選択に繋げることができることもわかった。

一方で、視野角が限定されているため、カメラの死角となり、そのスペースに滞在している人を検知できない場合があるほか、混雑時に人が重なった場合に適切に処理できないといった課題が明らかとなった。このような状況に対応するためには、カメラを天井近くに設置し、全体を見渡すことが必要となる。

今後は、図書館だけでなく、学内の様々な場所での活用を検討し、予測機能や詳細な座席情報の提供などの機能追加も検討する。

謝辞

本研究の計画立案や実証実験実施において全面的にご協力いただいた北海道情報大学図書館に感謝を申し上げます。

参考文献

- [1] 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: 2024/12/23.
- [2] 南 朝陽, 辻 順平, 湯村 翼：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，エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2024 論文集, Vol. 2024, pp. 427-429 (2024).
- [3] Bank, B.: お買物混雑マップ，<https://covid19.unerry.jp/> (2020). Accessed: 2024/12/23.
- [4] 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: 2024/12/23.
- [5] 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: 2024/12/23.
- [6] 谷口 義明 越智 洋司 井口 信和小林 佑太郎：大学キャンパス内混雑度モニタリングシステムの実装と評価，<https://cir.nii.ac.jp/crid/1050292572144850688> (2021). Accessed: 2024/12/19.
- [7] デジタル庁：新型コロナウイルス接触確認アプリ（CO-COA），<https://www.digital.go.jp/policies/cocoa> (2022). Accessed: 2024/12/19.
- [8] Ultralytics: YOLOv5, <https://github.com/ultralytics/yolov5>.