

ネットワークカメラによる図書館ブラウジングルーム 入場者数の簡易自動カウント

楫取和明*†

A Simple Automatic Counting of the Number of Visitors to the Browsing Room of Library with a Network-Camera

Kazuaki Kajitori*†

Abstract : In Kajitori¹⁾, we constructed an inexpensive people counting system using a network camera for the browsing room of the library. In using the system for a year, the counting of visitors to the browsing room has been done by a human because the number of visitors in a day is at most 150 or so. But now we have gotten enough data of the operation of the system to consider the automation of the counting. For the automation of the counting, we do not adopt a versatile approach but a simple one which is necessary and sufficient for our needs in the library. The result is that the method we developed is accurate enough except it cannot distinguish the library people.

ASFA Key words : Network-camera, library, web, information systems, sensors

はじめに

水産大学校図書館では、新聞雑誌などを閲覧するブラウジングルームの入場者をカウントするシステムがなかったため、手軽に安価な入場者カウントシステムをブラウジングルームのために構築できないかを検討した結果、ネットワークカメラを使ったシステムを構築し運用を始めた（楫取¹⁾, Fig. 1）。

使用しているネットワークカメラはPanasonic BL-C131（32,340円で購入）である。これを利用者に目立たないように、ブラウジングルームの入り口の外から向かって左上隅に取り付けた（Fig. 1 に小さく映っている）。このカメラの動体検知画像をネットワークを介してPCに送って、送られた画像から入場者を図書館員が数えるのが、本システムで過去1年間行ってきた入場者カウント法である。

館員は朝開館後に前日のブラウジングルーム入場者をカウントする。1日の入場者は多くて150人程度なのでかかる時間は数分であり開館直後は図書館利用者も少なくとくに他の業務の支障にはなっていないとのことである。しかし、楫取¹⁾で指摘したように、検知画像を見ての人による



Fig. 1. The browsing room and the network camera

*水産大学校水産流通経営学科（Department of Fisheries Distribution and Management）

†別刷り請求先（corresponding author）: kajitori@sh-u.ac.jp

カウントはかなり正確ではあるものの、正確にカウントするには経験と集中を要し、入場者が多い日は数え落しが発生しやすい傾向もある。筆者がたまたま100人以上入場した日のカウントをするときはかなり骨が折れると感ずるほどのものである。したがってalternativeとして自動カウントの方法があることは望ましいと考えられる。

また、過去1年間に貯めた検知画像と人によるカウント結果を検討することによって、本校（水産大学校）図書館のブラウジングルームの入場者カウントにとって必要にして十分な自動カウント方法は何かを探ることができると考えられる。

通過者の画像から入場者数をソフトウェアによる画像解析により自動カウントする方法はよく研究されている^{3,4)}。これらの研究による成果の一つは、入退場が1人ずつであれば方法は異なってもかなり正確に自動カウントできるということである。本校図書館のブラウジングルームの入退

場は1人ずつが多い。したがって本校のブラウジングルーム入場者の自動カウントをする場合、1人ずつの入退場を正確にカウントすることを軸に方法を考え、あとは複数人の同時・連続入退場をどこまで正確にカウントするかをコストと結果のバランスで考えればよいというプランが立つ。本システムの主旨は手軽に安価な入場者カウントを実現することであって、自動カウントを導入するに当たってもその主旨で臨みたい。以下そのような方針で開発した方法を述べる。

自動カウントの方法

まず、当ブラウジングルームの入退場のパターンとして一番多い‘1人ずつ時間をあけての入退場’をカウントする方法を述べる。1人のみが時間をあけて入退場する場合の検知画像の例をFig. 2に示している。



Fig. 2. The consecutive captured images in the case of one person.

From the above,			
Slow entering: captured at	00:06:39 pm	00:06:41 pm	00:06:42 pm
Exact time interval from the previous shot (seconds)		1.439	1.359
Mid-speed exiting: captured at	11:36:51 am	11:36:53 am	
Exact time interval from the previous shot (seconds)		1.438	
Fast entering: captured at	09:57:16 am		

本システムで使う静止検知画像は動体検知後1秒間に1枚撮るという設定で撮影されている（カメラの仕様上1秒より短くは設定できない）。実際Fig. 2にあるように、1人ずつの入退場時には、入退場にかかる時間によって1枚から3枚（それ以上のこともある）の画像が約1秒あまりの間隔で撮影される（撮影日時刻も記録される）。入退場がすべて1人ずつ時間をあけて単独で行われるなら、ある同一人物の入場あるいは退場を撮影した連続画像から最初の一枚以外を除外すれば、残る画像が入退場に1対1で対応することになる。「ある同一人物の入場あるいは退場を撮影した連続画像から最初の一枚以外を除外」するには、直前の画像から2秒未満の間隔で撮影された画像を除外することが考えられる。よって、

【基本ルール】 2秒未満で続く画像以外をカウントした数を2で割る。

で入場者数をカウントできると考えられる。実際にこのルールでカウントした入場者数を人が画像を見てカウントした数と比べたのがTable 1である。

Table 1の20日は過去1年から時期的にも入場者数の面でも偏りのないように適当に選んだものである。表中「基本カウント」が**【基本ルール】**にしたがってカウントした数値である。「人カウント」が人が検知画像を見て入場者を数えた数値であり、これは実際の入場者数にかなり近い正確な数値といえる（楫取¹⁾）。過去1年間の図書館業務としてのカウントデータがあるが、これは業務による出入りや短時間（数秒）の滞在などを除外するなどのポリシーがあるので、このたび新たにすべての出入りをカウントした。ただし「人カウント」では業務のための入場をほぼ区別できるので、「人カウント」の‘うち数’として業務の

ための入場数を挙げてある。（「修正カウント」については後述。）

この結果おおよそ次のようなことがわかる。

「人カウント」の数値が75ぐらいまでは「基本カウント」の数値は「人カウント」の数値に近い、すなわちこの範囲では「基本カウント」の数値はかなり正確である。これは入場者数が少ない日は入退場が1人ずつ単独で行われるという**【基本ルール】**の前提がほぼ成立しているからである。

1日の入場者数が80人に近づくあたりから「基本カウント」の数値は「人カウント」の数値よりかなり少なくなる日が目立つようになる。これは入場者が多い日は、複数人が同時あるいは連続して入退場するケースが多くなる傾向

Table 1. The people count of the browsing room.

日付	人カウント	うち業務	基本カウント	修正カウント
2012-01-16	76	8	74	76
2012-01-30	90	9	86	91
2012-02-08	139	5	125	132
2012-02-29	73	8	75	76
2012-03-01	58	4	55	57
2012-03-13	21	2	20	21
2012-04-05	50	4	49	50
2012-04-20	79	4	68	70
2012-05-11	48	10	48	48
2012-06-11	71	4	68	70
2012-06-25	59	10	60	60
2012-07-02	74	7	73	74
2012-07-18	159	6	152	154
2012-07-20	104	9	97	102
2012-08-21	48	6	48	48
2011-10-27	62	12	61	62
2011-11-04	59	8	58	59
2011-11-14	58	8	58	60
2011-12-12	116	6	105	109
2011-12-21	83	5	76	78
計	1527	135	1456	1497

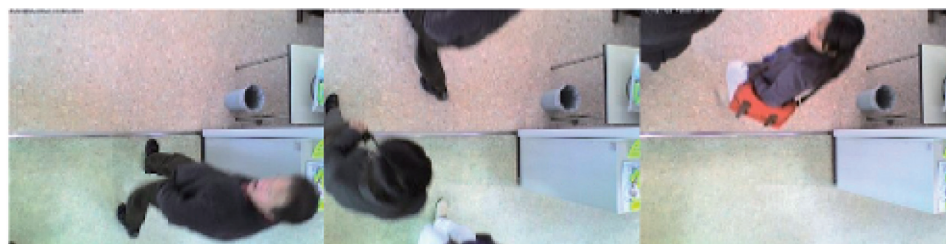


Fig. 3. The consecutive captured images which show three people going into the room one after the other.

	From the left,			
captured at	04:44:46 pm	04:44:48 pm	04:44:49 pm	
Exact time interval from the previous shot (seconds)		1.508	1.279	

考 察

「修正カウント」による1日の入場者カウントのエラーを

$$\frac{100 \times |\text{修正カウント} - \text{人カウント}|}{\text{人カウント}}$$

と定義すると、Table 1の20日間のエラー平均は2.35%である（「基本カウント」のエラー平均は4.27%）。Table 1の20日間分の入場者カウントのエラーを正規母集団からのサンプルと見なせば、母平均のt分布による95%信頼区間は

$$[2.35 - 1.06, 2.35 + 1.06] = [1.29, 3.41]$$

である。

20日間総計では「修正カウント」でも「人カウント」に30人足りない（「基本カウント」では71人足りない）ので、パラメータを調節するなどして「修正カウント」を20日間総計でもっと「人カウント」に近づけることはできる。しかし例えば20日間総計で「人カウント」より15人多いように調整すると、一日あたりエラー平均は3.83%に増えてしまう。

「修正カウント」のエラーの原因は、前述した以外にもある。掃除のモップを人物と認定したり、人物の上下を分離して2人と数えたり、人物を数えすぎることのほか、白衣を着た人物の頭が映っていないときは黒い部分がないのでカウントされないなど数え足りないこともある。複数人同時・連続入退場のカウント不足を少なくしようと人の認定がされやすくなるようにパラメータを調整すると、人物以外の像を人物と認定したり、1人の人物を2人とカウントすることが多くなり、単独入退場の正しいカウントまで複数人と数えてしまったりする。

しかし【修正ルール】の精密化は難しい。精密化は1人の人物の同定の正確さによらざるを得ないが、基本的に本システムの検知画像では人物の画像パターンが多すぎて1人の人物の同定が難しいのである。また入退場をはっきり確認するには人物のトラッキングが必要だが、人物の同定の困難の他に前述のように撮影間隔が長すぎて人物のトラッキングは難しい。

入場者自動カウントシステムの精度については、人物認

識に正確な顔認識を使いビデオ画像でトラッキングを行うことにより入場者カウントをしたChen³⁾によれば、複数人がほぼ同時に通る場合accuracyは約80%とある。現システムの検知画像を利用する限り、1人ずつ時間をあけて入退場する場合のカウントの正確さを基本にあとは「修正カウント」によって補正するという本論の方法は得られたaccuracyからしても妥当であると考えられる。

図書館の統計として使用する上ではブラウジングルームの入場者数カウントの正確さは本論の方法で得られる程度で十分である。業務での出入りをカウントするのは自動では難しいので、必要ならその部分だけ人がカウントすることも考えられる（なお図書閲覧室の入場者数はレーザータイプのカウンターで別に行っており業務での出入りも含めてカウントされている）。

当ブラウジングルームの入場者数が現レベルであれば、本論の自動カウント法は十分使えるものであり、もっと多くの入場者が訪れるようになった場合に、カメラの位置を真上から撮るようにして人物のパターンを限定したり、動画のフレームによる人追跡をしたり、もっときめ細かいアルゴリズムを検討するべきであると考えられる。

参考文献

- 1) 楫取和明：ネットワークカメラによる図書館ブラウジングルームの入場者数カウント，水大研報，60(4)，213-217（2011）
- 2) Symphony, <http://www.systemk.co.jp/products/aira/>
- 3) Tsong-Yi Chen et al., A People Counting System Based on Face-Detection, ICGEC 2010, 699-702（2010）
- 4) John Sally, Automatic People Counting and Matching, All Graduate Theses and Dissertations, Paper 499（2009）
- 5) 村上伸一：画像処理工学，東京電機大学出版局，34-35（2004）

