

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

楫取和明*†

Counting the Number of Visitors to the Browsing Room of Library by a Network-Camera

Kazuaki Kajitori*†

Abstract : The browsing room of our library at National Fisheries University has been without a visitor counting system. So, we constructed an inexpensive counting system using a network camera which can send the captured images of visitors to a pc through a network where the captured images can be seen. In our system, the counting of visitors in these images is done by a human because our browsing room seldom has more than a hundred visitors in a day. After a few months operation of the system, it turned out that the count by our system is very accurate but achieving the accuracy needs some concentration of a human.

Keywords : Network-camera, library, web, information systems, sensors

はじめに

水産大学校図書館では、閲覧室の入場者を自動カウントするシステムはあるが、新聞雑誌などを閲覧するブラウジングルーム (Fig. 1) の入場者をカウントするシステムはなく、カウンター内の館員が入場者を直接目で見てカウントしていた。他の仕事がある館員がカウントする方法では見落としも多く、利用者統計をとる必要性から改善が求められていた。そこで、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。

従来のレーザービームを横切るとカウントするシステムだと、センサー方向からみて複数の入場者が重なると一人とカウントしてしまう。最近の入場者カウントシステムは通過者の画像を用いてカウントすることが多い^{3,4)}。この方法だと上方向から撮ることができれば入場者が重なることはない。本図書館のブラウジングルームは上方向から撮



Fig. 1. The browsing room

2011年11月4日受付. Received November 4, 2011.

*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



Fig. 2. The network camera BL-C131

るようにカメラを取り付けることができる。ネットワークカメラ (Fig. 2) は、ネットワークを介してカメラ映像 (静止画、動画) をリモートに送ることができるもので、センサーも備え動体を検知して撮影することができる。用途としては監視に使われることが多いが、入場者カウントに使っている製品もある^{1,2)}。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)}。これらの製品も入場者数をソフトウェアにより自動カウントする。しかし自動カウントにはソフトウェア代 (自開発には時間) がかかる上に、汎用のソフトウェアで本図書館においてどのぐらいの精度が出るのかは不明である。本図書館のブラウジングルームは一日の入場者は数十人程度であるので、ひとまず本システムでは画像を人間が見て入場者を数える方針を採った。ソフトウェアのコストとチューンナップなしに手軽に始められるシステムとして意義があるとも考えられるし、同様のシチュエーションでの人数カウントを自動化するに当たって人によるカウントが参考になるとも考えられる。本論ではこのシステムの報告をする。

ネットワークカメラの設置と設定

使用したネットワークカメラはFig. 2のPanasonic BL-C131 (32,340円で購入) である。本システムではこれ以外に購入したものはない。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)。このカメラのネットワーク機能は無線LANに対応しているので、図



Fig. 3. The monitoring screen

書館の無線LANに対して設定を行い、ブラウジングルームの向かいにある事務室内のパソコンでカメラの設定をすることにした。無線LANを通してカメラ画像をモニタリングした画面がFig. 3である。

Fig. 3はすでに入退出を検知すべくカメラの向きを調整済みの画面である。入り口のカメラを取り付けてある側 (Fig. 1参照) では人物は大きく写り、入り口の反対側では小さく写るので反対側の方が人物を検知しにくい。そこで、カメラを取り付けてある側とは反対側が少し余計に映るようにカメラを向けてある。カメラはこの画面に動体が入ってくると検知して、指定したサーバにFTPで検知後1秒間に1枚画像ファイル (640×480のJPEG画像) を送るように設定した。

動作検知感度は、画像の動きをとらえる「しきい値」と輝度変化をとらえる「感度」の設定による。本システムにおいては、検知感度が低いと人が通っても検知されずカウントできないが、検知感度がよすぎるとわずかな動きをとらえ人間が見て数えるのに必要以上の画像が得られてしまう。しかし、検知し損なうのは致命的と考え、多少画像ファイルが増えても人が通れば必ずといっていいほど検知するように設定した。結局、「しきい値」は左から5番目 (21の設定可能値のうち感度のよい方から5番目、カメラのデフォルトは左から3番目)、「感度」は左から11番目 (21の設定可能値のうち感度のよい方から10番目、カメラのデフォルト) に設定した。

サーバに送られた画像ファイルはbrowse.plというPerlスクリプトをcronで毎日定時 (21時20分、閉館20時) に動かして以下のように整理するようにした。まず、毎日に

ディレクトリを作りその日の検知画像を移動する。ブラウザからその日の入場者をカウントできるように、HTMLファイルを作成しそのファイルにアクセスすれば一行に4つずつ画像ファイルが時系列で見えるようにした。入場者カウント時の便宜のため、各画像の撮影年月日時間分秒を表示し、その横にチェックボックスを設けた。

評 価

2011年度の8月下旬より本システムによりブラウジングルームの入場者カウントをしている。以下本システムでの入場者カウントを検証した結果を述べる。

人が入り口を通っても検知できないことにはカウントしようがないことから、まず本システムでの検知ミスの検証をした。100回の実験的な入退出（1回の入退出は入場1回と退出1回、以下同じ）をして、それを検知画像と照らし合わせた。検知できなかった入退出はなく、入場、退出ともそれぞれ100回検知できた。検知感度が高めのため、1回の入場につきゆっくり入場した時は3枚（Fig. 4一段目）、

通常のスPEEDで入場したときでも2枚（Fig. 4二段目）、早足で入場する時は1枚（Fig. 4三段目）の検知画像が得られた。退出についても同様である。

検知の成否を確率事象と見なし出入りどちらかで検知し損なう確率を p とすると、検知に成功する確率は $1-p$ であるから、 $p \geq 0.02$ の仮定のもとで、200回検知に成功する（失敗0回）の確率は $(1-p)^{200} \leq (1-0.02)^{200} = 0.0176$ である。危険率2%で $p \leq 0.02$ といえる。比率の検定としては p が小さいことと計200回分とデータが少ないので検定精度は上がらないが、一人ずつ（時間間隔を空けて）通れば検知し損なうことはないと思われる。

そこで二人が連続して通るとどうかを館員と著者が実験として通って調べた。結果は、二人が普通速度でほぼ同時に通る場合は二人の検知画像が得られる。ところが、一人が入り口で検知された直後にもう一人が駆け足で通るのは検知できないことがわかった。これはカメラの設定で検知後1秒間に1枚画像を撮影することになっているので、一度撮影すると次の撮影まで1秒空き、その1秒の間にすばやく通られると検知できないのである。撮影間隔は1秒より



Fig. 4. The captured images.

From the above,
 slow entering: captured at 00:06:39 pm, 00:06:41 pm, 00:06:42 pm
 midspeed entering: captured at 11:36:51 am, 11.36.53 am
 fast entering: captured at 09:57:16 am

短くすることはできず、検知感度を上げて事態は変わらなかった。解決するには、撮影間隔を短く設定できるカメラに変更するか、あるいは動画が送れるので動画を画像処理して適当なコマを拾って人間がカウントすることも考えられる。しかし、一人が検知された直後に別人が0コマ数秒で2mほどの撮影可能帯を駆け抜けるケースは少ないと思われる。他に検知できないケースは見つかっていない。

検知ができたとすれば、あとは人間が検知画像から正しい入場者数をカウントできればよいことになる。

カウントのしかたとして以下のような簡易的な仕組みを用意している。一日の検知画像の中から入場する画像のみ選択して画像下のチェックボックスにチェックを入れていく。選択し終わったらページ一番下にあるCOUNTボタンを押せばチェックされた画像数が表示される。入場者か退出者かは、顔と足の向き、襟、背中のカバンなどでほぼ判別が付くが、拡大表示すれば確実である。また一度の入場で複数枚人物像が撮られる場合は、写真の動きの流れと撮影時刻が1~2秒間隔で並んでいるかで判別でき、そのような複数枚から1枚だけ選択することができる (Fig. 4参照)。入場者のみカウントする理由は、上記のように入場者と退出者の区別はつくことと、退出に比べ入場は複数人がほぼ同時であることが少ないのでカウントしやすいからである (Fig. 5参照)。

本システムでは図書館職員を検知した画像が日に数十枚程度ある。職員が自動判別可能としても特定の個人の識別をシステムに組み込むのは現実的とはいえないだろう。また同一人物が一度退出してからすぐ戻って入り口から入っ

たところにあるゴミ箱にゴミを捨ててまたすぐ出ていくというようなケースが少なからずある。入り口に想定した線に達するとカウントする多くの自動システムではこれは入場とカウントされてしまう。人間が画像を識別する場合こうしたケースはほぼ認識可能でカウントから除外できる。

実際の図書館利用者がブラウジングルームに出入りするのを著者が直接見てカウントした結果と職員が画像からカウントした結果を比較した。約30分間の出入り (数人) を見てカウントし、その間の画像を見てカウントするのを繰り返した。職員の出入りはカウントしない。その結果全て正しく画像からカウントできた。総計で入場19回、退出20回である。実際の利用者による不作為の出入りの観測数が少ないのは、本図書館のブラウジングルームの人の出入りが頻繁でないのと、図書館の開館時は著者も職員も仕事中心なので観測に時間が取りにくい事情がある。ビデオの使用を考えるべきだったかもしれない。しかし、入場者数人分ずつであれば実際に通った人数をカウントすることは難しくない。

検知感度の「しきい値」と「感度」を現在の値に設定 (2011. 10. 20) してからの検知画像枚数は一日だいたい200枚から400枚であるので、それだけの枚数の画像を見て一日の入場者数をカウントすることになる。これは数人分ずつ数えるのと違ってその過程でなんらかのカウントミスが発生する可能性がある。実際急いでカウントすると入場者の数え落としが頻繁に発生する。一日の入場者数をカウントするのに5分から10分をかける必要があるだろう。本システムがその正確性を発揮するにはカウントする人間にある程度の経験と集中が要求されるといってよい。



Fig. 5. The captured images which show three people going out of the room one after the other. From left, captured at 04:44:46 pm, 04:44:48 pm, 04:44:49 pm

まとめに代えて

入場者自動カウントシステムの精度については、最近の画像認識による通過者カウントについての論文³⁾によれば、複数人がほぼ同時に通る場合accuracyは約80%とある。本システムの場合慎重にカウントすれば、かなりの正確さがあると考えている。本システムは一日数十人程度の入場者のカウントには十分使えるものである。

当初の予想ではカウントは単純作業であると考えていたが、実際にやってみると入り口付近での利用者の複雑な動きの判断（によって実質的な利用でない入場は排除すること）は自動カウントでは難しく人間によるカウントならではのものと考えられるものの、時系列を追って画像を見なければならず単純とはいえない。職員を判別するのもカウント作業を複雑にする。入場者の判断には経験と集中が必要である点、やはり運用上の負担であることには変わりはない。カウントの負担を軽減するには自動化も含めてどうするのが一番現実的なのか、運用上のデータを見ながら探っていきたい。それとともにサーバを含めた運用のノウ

ハウを確立していきたい。

最後に、カメラの取り付けをくださった水産大学校施設課の木野輝昭氏と本システムによるカウントに協力いただいている水産大学校図書館の小路鶴美氏、川原由紀子氏、舛上秀紀氏に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) FaceScope, <http://www.busicom.co.jp/product/face-scope.html>
- 2) TrueView People Counter, <http://www.cognimatics.com/en/products/people-counter/overview>
- 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).

