

一人称視点映像を用いた人間の視覚モデルに基づいた視線推定の検討

大井 翔[†] 佐野 睦夫[‡] 田淵 肇[§] 斎藤 文恵[§] 堀込 俊郎[§] 梅田 聡[‡]

大阪工業大学大学院情報科学研究科[†] 大阪工業大学情報科学部[‡]
慶應義塾大学医学部[§] 慶應義塾大学文学部[‡]

1. はじめに

視線情報は人間の注意機能にとって重要な要素の一つである。注意にも複数あり、作業中に集中しているかという維持注意では、視線の滞留時間や移動量から判断することができる[1]。複数の作業を行う配分的注意では、どこに視線が向けられているかで判断することが可能である[2]。視線を推定する方法として、アイトラッカーなどの装置があり高い精度で視線を推定することができる。しかし、アイトラッカーの推定精度は良いが、高価でありキャリブレーションの必要性がある。そこで、本研究では市販されている一人称視点映像を用いて、人間の視覚モデルに着目した視線推定の方式について検討する。具体的には、従来ではトップダウンとボトムアップを用いた方式で視線情報を推定していたが、人間の特性としてトップダウン、ボトムアップに加えてあるカテゴリに対して大きく反応する特異注意があり、3種類の視覚的モデルを統合したモデルを提案し、各モデルの統合に関するパラメータの違いについて述べる。

2. 視覚的注意モデル

視覚的注意モデルとして、ボトムアップ注意とトップダウン注意に加えて、本研究では、実際の人間の処理として FFA (fusiform face area)[3], EBA (extrastriate body area)[4], PPA (parahippocampal place area)[5]と呼ばれる特異的に反応する機能があり、これらを特異注意と定義し、筆者らは図1に示すような特異注意を統合したモデルを提案している[1, 2]。

本研究の視覚的注意モデルのうちトップダウン注意とボトムアップ注意を以下のように定義した。

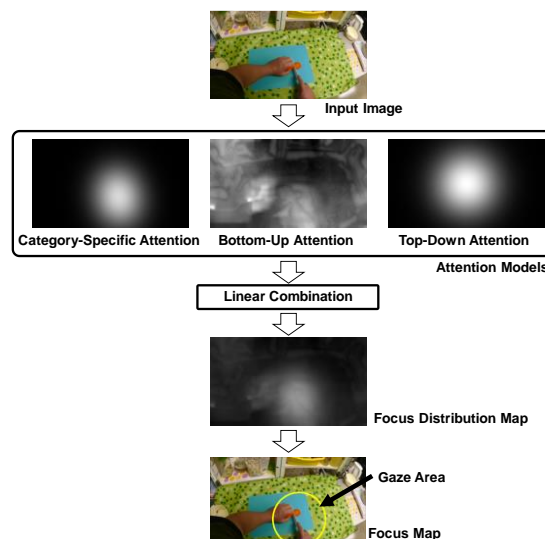


図1 視覚的注意モデル
Fig.1. Visual attention model

- トップダウン注意：指示された内容・経験
- ボトムアップ注意：Ittiらの顕著性マップ[6]

視覚的注意モデルを用いて、視線の誘導を検証している研究として、尾関ら[7]の研究がある。この研究では、注意指示に対して、パーティクルフィルタを用いて注視点を推定している。

特異注意は顔、人間のパーツ、背景に反応する性質から、本研究では顔検出、肌色抽出、その他として処理を行う。3種類の注意モデルとして、生成した Focus Map M_f 、トップダウン注意 M_t 、ボトムアップ注意 M_b 、特異注意 M_c とし、それぞれの重みを w_t, w_b, w_c とし、式(1)に示すように Focus Map を生成する。

$$M_f = w_t M_t + w_b M_b + w_c M_c \quad (1)$$

本研究において、Focus Map 内における顕著性の高い部分に対して、(A) Gaze Area を定義し、中心部分を視線と定義する方式と、(B) 顕著性の高い部分に対してパーティクルフィルタを用いて注視点を推定する方式を比較する。本研究ではアイトラッカーを正解データとして、正解データとの誤差が低くなるパラメータを決定することを目的とする。正解データ列を p 、モデルで求めたデータ列を q とし、誤差の計算方法は式(2)に

Gaze Detection based on Visual Model using Egocentric Vision

[†] Sho Ooi, Graduate School of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology.

[‡] Mutsuo Sano, Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology.

[§] Hajime Tabuchi, Fumie Saito, Toshiro Horigome, School of Medicine, Keio University.

[‡] Satoshi Umeda, Department of Psychology, Keio University.

示し、値が最も小さくなるパラメータを求める。

$$d = \arg \min d(p, q) \quad (2)$$

3. 実験

実験として、10名の学生に協力してもらい、(i)色のボールを動かしている動画（トップダウン注意：特定の色に着目する指示）、+人の顔・腕が映っている（特異注意）をテスト映像として見せた。その後、実例として、(ii)自身の調理映像（トップダウン注意：手元や調理器具に意識）を見せ、それぞれアイトラッカーで視線データを取得した。また、(ii)の映像を見せる際には、「自分が調理をしているとして視線を動かしてください」という条件においてアイトラッカーで視線データを取得した。また、顕著性マップの重みは人間の特性として動きのあるものに反応しやすいということで動き特徴量を高くし、他の3種類を均等になるような組み合わせ、3種類の視覚的モデルの組み合わせは、特異注意は継続して起こる反応ではないということで他の2種類以下の値となる重みを設定し、検討した。表1、2に重みパラメータを示す。

4. 結果・考察

推定した(i)の動画における視線誤差の結果を表3に示す。パターン(A)では「6-V」で11668.5、パターン(B)では「3-IV」で373.5となった。また、パーティクルフィルタで推定した方式のほうが、全体的に推定できている結果となった。これは、実際の視線は停留することがほとんどなく、ぶれているため、輝度の高い部分を追跡するよりもパーティクルフィルタで追跡したほうがより、視線の動きに近い運動になったのではないかと考える。

5. おわりに

本研究では、人間の視覚的注意モデルに基づ

く視線情報を推定について述べてきた。いくつかのパラメータをランダムに行ったが、今後、より人間の視覚をモデル化し、推定する方式について検討していく。本研究の実験において、協力いただいたインタラクシオンデザイン研究室の皆様へ感謝する。また本研究の一部は、JSPS KAKENHI Grant Number JP 15K00368の支援を受けた。

参考文献

- [1] S. Ooi, M. Sano, H. Tabuchi, F. Saito S. Umeda : “Sustained Attention Function Evaluation during Cooking based on Egocentric Vision”, The 19th IEEE International Symposium on Multimedia (ISM2017), pp. 107-113, Dec. 2017.
- [2] S. Ooi, T. Ikegaya, M. Sano, H. Tabuchi, F. Saito and S. Umeda : “Attention Behavior Evaluation during Daily Living based on Egocentric Vision”, Journal of Advances in Information Technology, Vol. 8, No. 2, pp. 67-73, Mar. 2017.
- [3] N. G. Kanwisher, J. McDermott, M. M. Chun : “The fusiform face area: A module in human extrastriate cortex specialized for face processing”, Journal of Neurosciences, Vol.17, pp.4302-4311, 1997.
- [4] P.E. Downing, Y. Jiang, M. Shuman, N. G. Kanwisher : “A cortical area selective for visual processing of the human body”, Sciences, Vol.293, pp.2470-2473, 2001.
- [5] R. Epstein, N. G. Kanwisher : “A cortical representation of the local visual environment”, Nature, Vol.392, pp.598-601, 1998.
- [6] L. Itti, N. Dhavale, F. Pighin : “Realistic avatar eye and head animation using a neurobiological model of visual attention”, SPIE 48th Annual International Symposium on Optical Science and Technology, Vol.5200, pp.64-78, 2003..
- [7] 尾関基行, 柏木康寛, 井上茉莉子, 岡夏樹 : “特性をトップダウンに変更可能な視覚的注意モデルの検討”, 知能システムシンポジウム資料, Vol.37, pp.237-242, 2010.

表1 顕著性マップの重みパラメータ
Table 1. Weight of saliency map.

| ID | Weight | | | |
|----|-----------|-------|-------------|----------|
| | Intensity | Color | Orientation | Movement |
| 1 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| 2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.7 |
| 3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| 4 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.55 |
| 5 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.6 |
| 6 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.3 |

表2 視覚的注意モデルの重みパラメータ
Table 2. Weight of visual attention model

| ID | Weight | | | ID | Weight | | |
|-----|----------|-----------|----------|------|----------|-----------|----------|
| | Top Down | Bottom Up | Category | | Top Down | Bottom Up | Category |
| I | 0.33 | 0.33 | 0.33 | VI | 0.2 | 0.6 | 0.2 |
| II | 0.4 | 0.3 | 0.3 | VII | 0.1 | 0.8 | 0.1 |
| III | 0.6 | 0.2 | 0.2 | VIII | 0.5 | 0.3 | 0.2 |
| IV | 0.8 | 0.1 | 0.1 | IX | 0.4 | 0.4 | 0.2 |
| V | 0.3 | 0.4 | 0.3 | - | - | - | - |

表3 推定した視線誤差の結果
Table 3. Result of estimated eye trajectory difference.

| ID | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|-------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| パターン (A) | I | 11668.5 | 11706.8 | 11750.4 | 11738.2 | 11726.2 | 11737.1 |
| | II | 11772.7 | 11705.6 | 11761.1 | 11745.1 | 11728.5 | 11767.1 |
| | III | 11790.8 | 11713.1 | 11768.7 | 11765.2 | 11756.9 | 11780.3 |
| | IV | 11802.2 | 11720.7 | 11776.2 | 11782.3 | 11783.7 | 11791.4 |
| | V | 14668.2 | 13821.7 | 14160.0 | 14189.0 | 14295.3 | 14655.9 |
| | VI | 14540.0 | 14112.7 | 14213.4 | 14404.9 | 14514.4 | 14534.3 |
| | VII | 14249.3 | 13853.5 | 14312.4 | 14120.5 | 14230.0 | 14573.4 |
| | VIII | 11785.6 | 11716.7 | 11763.6 | 11771.7 | 11758.6 | 12494.0 |
| | IX | 11754.3 | 11736.9 | 11754.1 | 11750.9 | 11756.4 | 11754.4 |
| パターン (B) | I | 403.2 | 401.2 | 397.5 | 390.8 | 392.2 | 405.4 |
| | II | 406.2 | 403.7 | 401.1 | 380.7 | 389.0 | 396.1 |
| | III | 396.6 | 395.9 | 395.5 | 395.8 | 387.7 | 390.2 |
| | IV | 384.4 | 384.4 | 393.4 | 401.2 | 392.9 | 414.1 |
| | V | 397.2 | 389.2 | 401.9 | 373.5 | 401.4 | 455.8 |
| | VI | 441.6 | 640.5 | 441.5 | 564.4 | 664.1 | 548.3 |
| | VII | 483.9 | 676.3 | 702.3 | 682.1 | 679.1 | 407.9 |
| | VIII | 401.5 | 399.2 | 394.3 | 381.3 | 387.1 | 389.4 |
| | IX | 389.4 | 387.8 | 410.6 | 389.8 | 389.7 | 405.3 |