

GazeTiling: 注視位置と場面の時系列変化を同時に可視化する視線分析ツール

楠 駿也* 福地 健太郎*

概要. 映像視聴時の視線移動を対象とした分析においては、被験者が映像のどの箇所を注視していたかを調べるため、注視位置を重畳した映像データを閲覧する。その際、状況の時系列変化を提示するためにタイムラインに映像のサムネイルを並べることが一般的である。しかし、サムネイル表示では一定間隔でフレームを抜き出して表示するため、その間隔の間に起きた状況の変化は可視化されない。一方、注視箇所の周辺画像を切り取って並べる手法では、注視位置の変遷を提示できるが、注視箇所画像の大きな変化があったときに、それが注視位置の移動によるものか状況の変化によるものかを注視位置画像のみから判断するのは難しい。本研究では、時間・空間の両方向の連続性を保った可視化を実現する TimeSpaceSlice 法を導入し、また注視箇所画像をタイル状に並べることでこの問題の解決を図った。加えてカラーマップによる注視位置の可視化を導入した。これらにより、注視対象の変遷の把握を容易にすることができると我々は考えている。

1 はじめに

映像コンテンツの視聴やコンピュータの操作、ゲームプレイなど、ディスプレイ上の映像に対するユーザの注意の分析において、注視位置の把握は重要な課題である。特に、記録映像の再生時刻に対応した注視位置の時系列変化を可視化することは、注意の変遷を探る上で有用である。

しかし、映像中の注視箇所を示す座標値の時系列変化を可視化することは一般に困難である。X 軸・Y 軸の値を折れ線グラフで表現することは可能だが、そこから画面上のどの位置が注視されているかを素早く把握するのは容易ではない。

この問題に対して、Kurzahls らは、注視箇所周辺の画像を切り抜いて縮小し、時系列に並べて表示する Gaze Stripes という手法を提案している [1]。この手法では、ユーザが注視している対象が何かは比較的把握しやすくなるものの、それが映像中のどの箇所に位置するかを瞬時に理解することは依然として難しい。また、注視箇所画像が急に变化した場合に、注視対象が他のものに移ったのか、それとも場面全体が急に变化したのかを、注視箇所画像のみから判断することは困難である。

これらの課題を解決するために我々は、場面全体の図に TimeSpaceSlice 法 [6] を用いたタイムライン (以下 **Context timeline**) と、注視箇所画像をタイル状に配置したタイムライン (以下 **Focus timeline**) を並置する新たな可視化手法を用いた

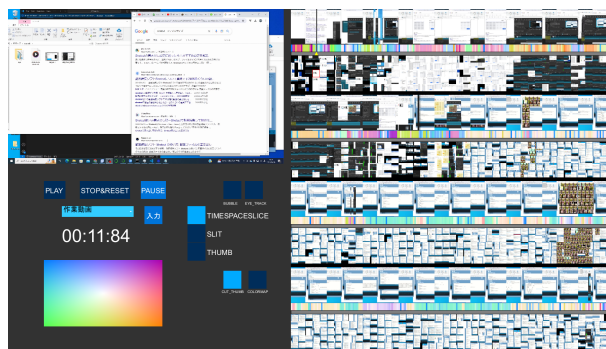


図 1. 試作した視線分析ツールの画面。右側にタイムラインが表示される。左下は視線位置のカラーコーディングに用いたカラーマップ。

ツールを開発している [7]。注視箇所画像については、タイル状に並べることで情報密度を高め、短い時間間隔での注視対象の変遷を捉えられるようにした。また TimeSpaceSlice 法は映像の要約表示手法の一つで、時間・空間の両方向における連続性を保った可視化を実現する手法である。映像内の物体の形状や大きさなどの空間的特徴を保持しつつ、時間的な変化も連続的に表現することが可能となり、注視位置の急激な変化が生じた際の場面全体の変化の様子をあわせて視認することが可能となる。

今回は上記に加え、カラーマップを用いた注視位置の時系列変化の可視化を試みた。従来手法では困難であった、複雑な場面における注視位置の把握を、カラーマップを用いることで容易にすることができると考えられる。図 1 に、本研究で試作した視線分析ツールの画面を示す。

Copyright is held by the author(s). This paper is non-refereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

* 明治大学

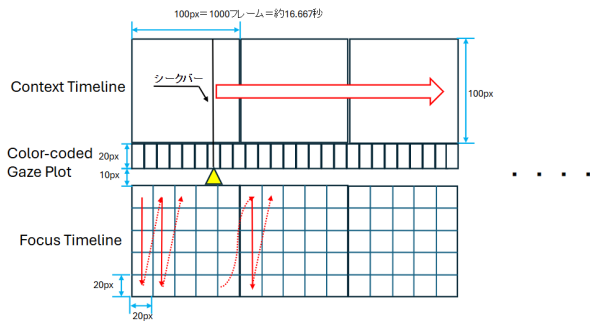


図 2. 提案ツールにおけるタイムラインの概要図。



図 3. TimeSpaceSlice 法の適用例。左: 従来のサムネイル表示。右: TimeSpaceSlice 法による表示。

2 TimeSpaceSlice

映像の時系列変化を可視化する手法として、各時点での静止画（サムネイル）をタイムライン上に時系列に並べる方法が広く使われているが、隣接するサムネイル間にあった映像中の出来事が可視化されないという問題点がある。

Video slicing 法 [2][4] は、対象となる映像内の特定の線分領域をスキャンラインとして定め、その時系列変化をタイムラインに並べて示すことでこの問題の解決を試みているが、そこに何が写っているのかを把握することは難しくなる。

TimeSpaceSlice 法 [6] はこれを拡張し、スキャンラインの位置を固定せず、指定された範囲内で時間経過に従って移動させることにより、時間と空間双方での連続性すなわち時空間連続性を部分的に保持することを狙っている。

3 視線分析ツール

提案ツールではまず、映像の要約表示に上述の TimeSpaceSlice 法を採用した context timeline を表示する。またその下段には、注視箇所画像をタイル状に並べた focus timeline を表示する。図 2 にタイムラインの概要を示す。また図 3 に実際の画面例を示す。

Context timeline 上の 1 ピクセルは対象動画の 10 フレーム分 (60fps で約 0.17 秒) に相当する。TimeSpaceSlice 法で用いるスキャンラインの位置



図 4. 講義動画視聴時の注視位置変化を示したタイムラインの拡大図。左は注視位置画像を、右はカラーコーディングされた注意位置をそれぞれ示している。色と座標との対応については、図 1 左下に示したカラーマップを参照されたい。

は 1000 フレーム毎にリセットしているため、見た目上は 100 ピクセル毎に区切りがあるように見える。

注視位置画像は 40 フレーム (2/3 秒) ごとに、対象動画上の注視位置周辺 100 ピクセル四方の領域を切り取り、これを 20 ピクセル四方に縮小して focus timeline 上に並べている。これを縦に 5 個並べ、次の列にその続きを並べている。そのため 1 列は 10/3 秒に相当し、これは context timeline 上でのピクセルあたりの経過時間と同じとなっている。

図 3 左の下段右側を見ると注視位置画像が大きく変化しているが、同時刻のサムネイル表示には該当する映像が見られない。一方、同図右の TimeSpaceSlice 表示では、上段右に見るように場面変化の様子が捉えられているため、注視位置画像の変化が場面変化によるものであることが把握しやすい。

Focus Timeline での表示は、注視対象の把握は容易だが、場面によっては注視位置の変遷を追うのが難しい場合があった。そこで注視位置座標を 2D カラーマップに基づき色で可視化した、Color-coded Gaze Plot を両タイムラインの間に追加した。2次元座標のカラーマップには様々なものが提案されているが [3]、中央および端部分に識別しやすい色が割り当てられている、Teuling らの手法 [5] を今回は採用した。図 4 にその実例を示す。左図の下段でときおり講師の顔が見えているのは、講義動画右隅に表示されていた講師を注視していることを表している。この位置はカラーマップ上では橙色が対応しており、Color-coded Gaze Plot からそれを確認することができる。これにより、被験者がどのようなタイミングおよび頻度で講師の顔に注目していたかが把握できる。また、注視位置画像が動画のおよそどの位置にあるかを補足的に表示するために、ボタン操作によって図 4 右に示すように注視位置を重ねて色で示すようにした。

参考文献

- [1] K. Kurzhals, M. Hlawatsch, F. Heimerl, M. Burch, T. Ertl, and D. Weiskopf. Gaze Stripes: Image-Based Visualization of Eye Tracking Data. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 22(1):1005–1014, jan 2016.
- [2] M. Nunes, S. Greenberg, S. Carpendale, and C. Gutwin. What Did I Miss? Visualizing the Past through Video Traces. In *Proc. of ECSCW 2007*, pp. 1–20. Springer London, 2007.
- [3] M. Steiger, J. Bernard, S. Thum, S. Mittelstädt, M. Hutter, D. A. Keim, and J. Kohlhammer. Explorative Analysis of 2D Color Maps. In *Proc. of WSCG 2015*, pp. 151–160, 2015.
- [4] A. Tang, S. Greenberg, and S. Fels. Exploring Video Streams Using Slit-Tear Visualizations. In *Proc. AVI '08*, pp. 191–198. ACM, 2008.
- [5] A. J. Teuling, R. Stöckli, and S. I. Seneviratne. Bivariate colour maps for visualizing climate data. *International Journal of Climatology*, 31(9):1408–1412, 2011.
- [6] 楠 駿也, 福地 健太郎. TimeSpaceSlice: 時空間連続性を保ったタイムライン表示手法. インタラクション 2023 論文集, 2023.
- [7] 楠 駿也, 福地 健太郎. TimeSpaceSlice 法を用いた視線移動分析における注視位置と状況変化の可視化. 情報処理学会研究報告, 2024-HCI-209(18):1–6, 2024.