Web インタラクションの協調的可視化ツールの提案

中道 上[*1]　木浦 幹雄[*2]　山田 俊哉[*3]　上野 秀剛[*4]

Collaborative Visualization of Interactions for Web Usability Testing

Noboru Nakamichi[*1], Mikio Kiura[*2], Toshiya Yamada[*3] and Hidetake Uwano[*4]

Abstract - We purposed collaborative visualization of recorded web interaction. Evaluation work takes time to analyze one by one. Evaluators easily discover some problems by displaying the interaction of some users coordinately. When you analyze some users' attention points, heatmap may be similar. But it cannot support analyzing eye movements and mouse movements. We developed ITR-Player (Web InTeRaction-Player) for collaborative visualization. Visualized data are mouse movement as well as gazing points based on pupil size. Evaluators can discover problems from difference of eye movement and common operations by visualized data. It leads to shortening at the evaluation time because users' behavior can be collectively analyzed.

Keywords: 視線, 操作履歴, ユーザビリティ, 瞳孔径, 可視化

1.　はじめに

Web ユーザビリティは，企業の売り上げに影響を与えるなど重要性が高いと言われており，専門家によるインスペクションでは得られにくい問題点を指摘する方法としてユーザビリティテスティングが実施されている．ユーザビリティテスティングは，複数の被験者に対して実施されることが多いが，評価者はビデオ記録された被験者の様子を 1 名ずつ分析するなど，非常に長い分析時間を要する．

ユーザビリティテストを支援するため，Web ページ閲覧時のユーザのインタラクションデータを記録し，分析を支援するツールやインタラクションデータを可視化する手法が提案されている．WebTracer[5]はユーザのマウス操作や視線の動きといったインタラクションデータを記録することが可能である．ビデオ記録された場合と同様の分析可能であるが，さらに視線やマウスの動きも重ね合わせて分析することによってより詳細な分析を可能としている．複数ユーザのインタラクションを同時に分析するために広く用いられているインタラクションデータの可視化手法としてヒートマップが挙げられる．視線であればより見られているところが赤く表示され，マウスであればよりマウスカーソルが指しているところが赤く表示される．複数のユーザのインタラクションを表示した場合，共通している部分は赤く表示されるが，異なる注目部分については分析が難しい．

*1: 南山大学 情報理工学部 ソフトウェア工学科
*2: キヤノン株式会社
*3: 総合研究大学院大学
*4: 奈良工業高等専門学校 情報工学科
*1: Department of Software Engineering, Nanzan University
*2: Canon Inc.
*3: The Graduate University for Advanced Studies[SOKENDAI]
*4: Nara National College of Technology

本研究では，評価者による複数ユーザのインタラクション分析コストを軽減するため，インタラクションデータを協調的に可視化するツールを提案する．ユーザの日常と変わらない Web 閲覧時のインタラクションデータを記録するため，ITR-Recorder (Web InTeRaction-Recorder) を提案する．また，同一の Web ページにおける複数のユーザ間のインタラクションを比較分析するために協調的に可視化する Collaborative Visualization 機能を持つ ITR-Player (Web InTeRaction-Player) を提案する．

2.　関連研究

Web 閲覧時のユーザのインタラクションデータを記録するツールとして WebTracer[5]が挙げられる．しかし，記録時，通常のブラウザと同様に操作可能ではあるが，ボタンの配置や「戻る」「ホーム」アイコンが異なるなど見た目が異なる部分がある．また，機能面においても現在のブラウザの多くが持つタブ機能が実装されていない．そのため，被験者に対してユーザビリティテスティングを実施する際には，トレーニング時間が必要になると考えられる．現在は通常のブラウザに機能を追加することが容易になっており，その新たな機能としてインタラクションデータの記録機能が求められている．

複数ユーザのインタラクションを協調的に可視化する手法としてヒートマップが挙げられる．ヒートマップを用いてユーザの視線を分析した結果，F 字型をしていることが知られている[3]．これは，ユーザが共通して見ている部分を可視化した結果であり，問題を含むような Web ページ上の視線を分析した結果ではない．Web ページから問題を発見するためには，複数の被験者が共通して見ている部分だけでなく，異なる着目されている部分も分析することが必要である．そのためには複数のインタラクションを協調的に可視化する手法が必要である．

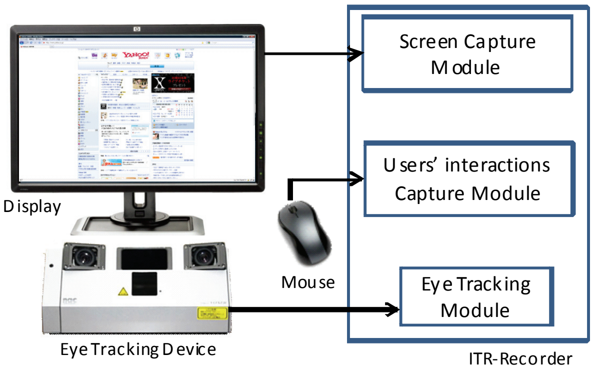

図 1　ITR-Recorder のシステム構成

Fig.1 System Architecture of ITR-Recorder

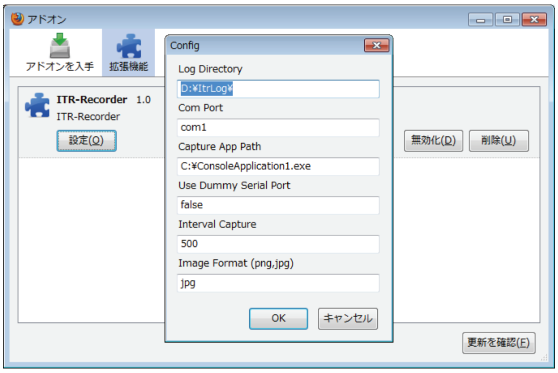

図 2　ITR-Recorder アドオンの設定画面

Fig.2 Config Menu of ITR-Recorder Add-on

3.　インタラクションデータの記録: ITR-Recorder

ITR-Recorder (Web InTeRaction-Recorder)はユーザの日常と変わらない Web 閲覧時のインタラクションデータを記録するツールである．そのため，Web ブラウザ Firefox のアドオンツールとして開発した．Firefox は Web ブラウザとして 2 番目のシェアを占めるとともに，多くのアドオンツールが開発・公開されている．ITR-Recorder は，図 1 に示されるように，Screen Capture Module，Users' interactions Capture Module，Eye Tracking Module Module の 3 つのモジュールから構成されている．Users' interactions Capture Module は Firefox アドオンツールとして実装され，Screen Capture Module および Eye Tracking Module は，Firefox アドオンから外部アプリケーションを呼びだす形で実行される．

Screen Capture Module は，ユーザが使用している Web ブラウザ（Firefox）に表示されている内容を一定時間ごとに画像ファイルとして取得する．また，マウスクリックなどの操作によって内容に変化があった場合も画像ファイルを取得する．Users' interactions Capture Module はユーザ操作（マウス移動を知るためのマウスカーソルの位置座標，マウスクリック，ページスクロールを知るためのホイール回転量，ページ遷移履歴，タブ操作）を取得する．近年はタブ表示可能なタブブラウザが主流であるため，タブ遷移を含むユーザの Web 訪問履歴からの Web ユーザビリティ評価が可能となる．Eye Tracking Module はユーザの視線の動きを知るための注視点の位置座標，瞳孔径を Eye Tracking Device から取得する．ここで注視点とはユーザの視線と画面上の交点である．ITR-Recorder は Eye Tracking Device として nac 社製 EMR-AT VOXER を想定し，開発しているが他の視線記録環境についても対応を検討中である．

これらのモジュールで取得されるインタラクションデータは，図 2 の ITR-Recorder アドオンの設定に基づき，時系列に沿ってログが記録される．図 2 の ITR-Recorder アドオンの設定画面では，ログの記録ディレクトリ，また Screen Capture Module が取得する画像ファイルの取得間隔や画像ファイル形式（.PNG，.jpeg）などが設定可能である．これらの設定に基づいて，Users' interactions Capture Module で取得されたユーザ操作は時系列のログファイル log.txt として記録される．また Eye Tracking Module で取得された注視点座標，瞳孔径も時系列のログファイル gaze.txt として 記録される．これら 2 つのログファイルを 1 つのインタラクションデータのログファイルとしてまとめて interactionLog.txt が作成される．また interactionLog.txt のインタラクションデータを閲覧した Web ページごとに集計し，summary.txt として作成される．

4.　インタラクションの分析支援: ITR-Player

ITR-Player (Web InTeRaction-Player) は，Web 閲覧時の個々のユーザのインタラクションを可視化するとともに，同一の Web ページにおける複数のユーザ間のインタラクションを比較分析するために協調的に可視化する．ITR-Player は，ITR-Recorder で取得・保存されたインタラクションデータを利用して，ユーザのインタラクションを可視化するための独立したツールであり，Firefox のアドオンツールではない．図 2 の tool メニューに示されるように，本ツールでは個々のユーザのインラクション分析を支援するための 3 つの機能(Summary，Replay，TraceLog)と，複数のユーザ間のインタラクションを比較分析するための Collaborative Visualization の 4 つの機能を提供している．

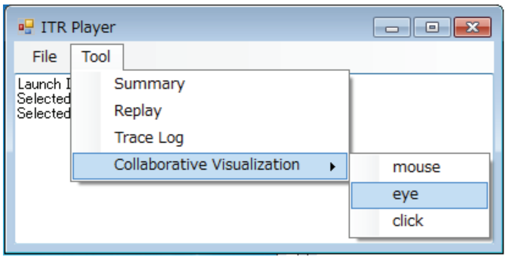

図 3　ITR-Player の Tool メニュー

Fig.3 Tool menu of ITR-Player

4.1 Summary function

Summary function は ユーザが閲覧した Web ページごとに集計されたインタラクションデータを一覧表示する. ITR-Recorder で記録・集計された summary.txt をもとにページごとの遷移理由(お気に入りメニュー, リンク, キー, タブ移動など), データのダウンロード時間, 閲覧時間, マウス移動量, スクロール量, クリック数, キー入力数, 注視点の移動量(ページ内の総移動ピクセル数)と速度(ページ内の総移動量を操作時間で割ったもの)などの一覧が表示できる. この機能を用いることで, 各 Web ページの特徴の分析や, ユーザが Web ページをどのように遷移したかを分析できる.

4.2 Replay function

Replay function は記録された Web ページの画像とインタラクションデータを統合して表示する. Web ブラウザの操作の再現時には, Web ページの画面上にマウスと注視点の座標にそれぞれアイコンを表示する. マウスクリックとホイール操作は, 画面上にアイコンでイベントの発生を表示する. 再生コントロールダイアログでは, 再生の制御が可能なほか, 再生中の時刻に得られたイベントやキー入力されたデータが表示される. 再生操作ボタンにより, 通常の再生のほか, 静止, ページ移動が可能である. また, スライドコントロールを用いると任意の時刻に移動できる. このように様々な再生方法により, 注目したい操作の系列を詳細に分析できる. またユーザに対してインタビューを行う際, ユーザにとっても思い出せない場面があった場合にすぐにユーザ自身のインタラクションを確認し, 問題点の発見を支援することが可能になる.

4.3 Trace Log function

ITR-Recorder で記録されたインタラクションデータのログファイル interactionLog.txt を表示する. この機能によって評価者はユーザのインタラクションを詳細に確認することが可能である.

4.4 Collaborative Visualization

Collaborative Visualization では, 複数のユーザのインタラクションデータを協調的に可視化するため, まず表示対象となる複数のユーザの Log ディレクトリを指定する（図 4 参照）. そして可視化するインタラクションデータを mouse, eye, click の中から選択する（図 3 参照）. 指定された Log ディレクトリ中の summary.txt から, 複数ユーザが共通して閲覧した Web ページの URL がリスト表示され, 評価者は協調的可視化して分析したい URL を選択する. 選択された URL に基づいて, 可視化対象の Web ページ全体の画像を作成する. これは, 閲覧時のみの Web 画像の場合, Web ページ全体の一部分のみしか記録されていないため, 全体に対するどの部分に当たるかを判断することが難しいためである. 図 5 に mouse と click を選択した場合の協調的可視化例, 図 6 に eye を選択した場

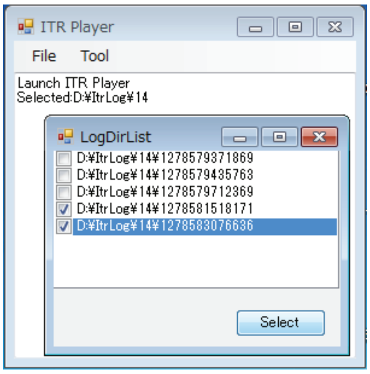

図 4　ITR-Player の Log ディレクトリ選択メニュー

Fig.4 Log selection menu of ITR-Player

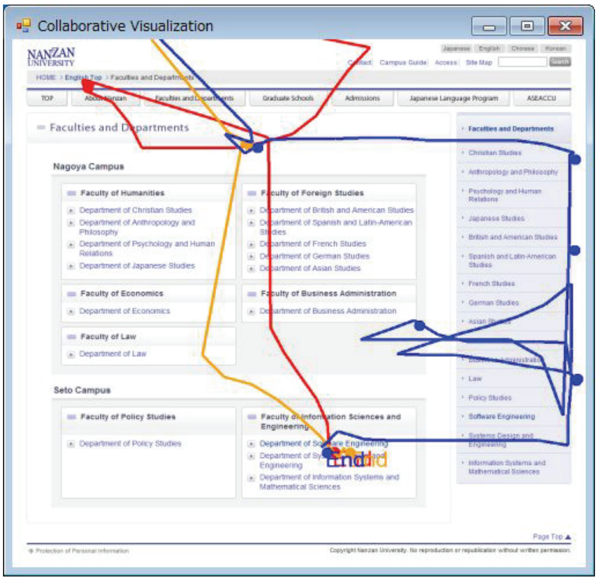

図 5　マウスカーソル移動の協調的可視化例

Fig.5 Collaborative Visualization of Mouse Cursor Movements

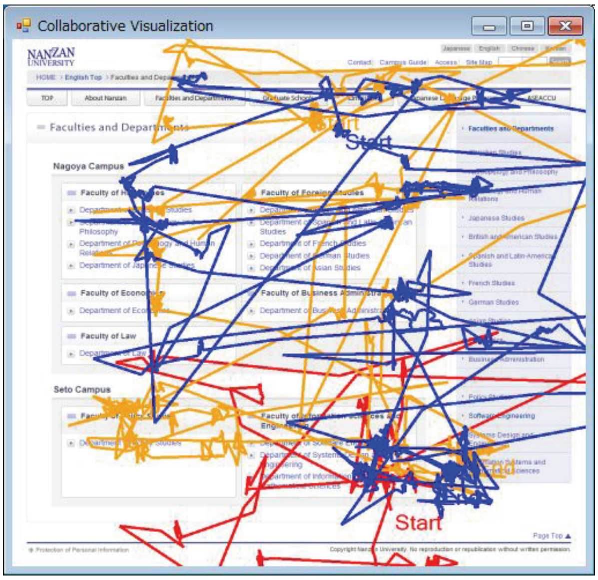

図 6　注視点の協調的可視化例

Fig.6 Collaborative Visualization of Gazing Point

合の協調的可視化例を示す．ユーザごとのインタラクションは個別に色分けされており，またマウス・注視点のStart・End が表記されている．これにより，類似のインタラクション，異なるインタラクションの判別が容易となる．

5. 考察

ITR-Player の Collaborative Visualization によるユーザのインタラクションデータの可視化をヒートマップと比較し，評価する．企業などの実際の Web サイトではユーザにとって「使いにくい」とまで思わせる Web ページは多いわけではない[2]．しかし，そのような Web ページがサイト全体あるいは企業へのイメージにつながりかねない．

図 5 のマウスカーソル移動の協調的可視化例では，ページ下部の「software engineering」をクリックするまでのマウスの動きが可視化されている．中央に可視化されている 2 名の縦へのスムーズな動きはホイールによるものである．1 名はホイールを利用しないユーザであり，頻繁に右スクロールバーをクリックしていることがわかる．このページは，縦に長いページで目的の情報である「software engineering」をクリックするにはページスクロールが必要である．このような場合，ヒートマップでは評価者は中央の動きに着目してしまい，マウスによるスクロールバーの動きを見落とすことがあるかもしれない．しかし，Collaborative Visualization では外れた動きに着目することで，問題発見につながりやすくなると考えられる．

図 6 の注視点移動の協調的可視化例では，ページ下部の「software engineering」をクリックするまでの注視点の動きが可視化されている．1 名のユーザは，「software engineering」の左側にあるメニューもよく見ており，link title の名前が似ているといった問題点が考えられる．また，右メニューを見ているユーザが存在するが，実際には，図 5 のマウスカーソル移動の協調的可視化例におけるスクロールバーを利用しているユーザである．そのためこのユーザの場合の右メニューへの注視点は，Web ページの問題ではないため，特に配慮する必要はないと考えられる．

ヒートマップは同じ行動の視覚化には向いているが，そのため，外れた行動の視覚化には向いていない．しかし, Collaborative Visualization では外れた行動も見逃さず，問題発見につながりやすい特徴を持つ．これらは，互いに補完しあう特徴であるため，実際のユーザビリティテスティングでは，組み合わせて問題点を発見することが有効であると考えられる．まず誰もが陥るような問題をヒートマップを用いて見つけ出し，その後 Collaborative Visualization を用いてユーザの行動を比較し, 問題を発見する．

6. まとめ

複数ユーザの Web インタラクションを協調的に可視化することによってユーザ間の比較が容易になり，Web ページ上の問題点検出の支援が可能となる．ユーザの日常的な視線やマウスの動きといった Web インタラクションを記録するため，ブラウザにアドイン可能な ITR-Recorder を提案した．記録された複数ユーザのインタラクションを協調的に可視化する Collaborative Visualization 機能を持つ ITR-Player を提案した．

インタラクションデータの 1 つである視線を記録する環境はますます安価となりつつあり，Web カメラで視線を記録することも可能となっている[1]．ITR-Recorder と組み合わせることによって，ユーザが利用している環境上でユーザビリティテストを実施することも可能となり，より多くのテスティングが容易に実施できる可能性がある．また，新たなインタラクションデータとして瞳孔径が注目されており[4]，ITR-Recorder でも記録可能であるため，今後，Collaborative Visualization 機能に組み込み，新たな分析手法として利用可能であるか検証を進めていく予定である．

謝辞

本研究の一部は, 南山大学 2010 年度パッヘ研究奨励金 I-A-2 の助成を受けた．

参考文献

[1] San Agustin, J., Skovsgaard, H., Mollenbach, E., Barret, M., Tall, M., Hansen, D. W., and Hansen, J. P.: Evaluation of a low-cost open-source gaze tracker.; Proceedings of the 2010 Symposium on Eye-Tracking Research & Applications, pp.77-80 (2010)

[2] 中道，阪井，島，松本 ：ユーザの振る舞いによる Web ユーザビリティの低いページの検出; ヒューマンインタフェース学会論文誌，**Vol.8**，No.1, pp.31-40 (2006).

[3] Nielsen, J.: F-shaped pattern for reading web content.; Jakob Nielsen's Alertbox, http://www.useit.com/alertbox/reading_pattern.html, April 17. (2006).

[4] Oliveira, T. P. F., Aula, A., Russell, M. D.: Discriminating the relevance of web search results with measures of pupil size.; Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems, ACM, pp.2209-2212 (2009).

[5] 阪井，中道，島，中村，松本: WebTracer: 視線を利用した Web ユーザビリティ評価環境; 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.11, pp.2575-258 (2003).