

視線とキーボードで完結する高速な GUI ポインティングシステム - アイトラッキングからアイインタラクションへ -

1 背景

アイトラッキング技術は、人の視線の情報を計測し、分析や対話などに活用する技術である。特に計算機との対話においては、眼球運動の高速さや「ユーザの見ている場所をそのままポインティングできる」という観点から「如何にグラフィカルユーザインタフェース (GUI) におけるポインティング操作を代替できるか?」という問いについて長年議論されてきていた。

しかし、アイトラッキング技術を用いた GUI 操作は、まだ一般的な計算機との対話手法としては採用されていない。その理由として、高速な操作は可能である一方で細かな操作におけるエラーが多くなってしまうことや、ユーザの意図しない視線の移動が入力として検知してしまうマイダスタッチ問題と呼ばれる問題のような、ユーザの体験を著しく損なうアイトラッキング特有の問題がある。GUI においてアイトラッキングを活用していくためには、ただポインティング操作を代替するだけでなく、より視線にあったインタラクションとは何かを検討していく必要がある。

2 目的

本プロジェクトの提案当初の目的は「GUI 操作のボトルネックであるポインティング操作の代替手段として、視線による『高速な』操作を実現すること」であった。しかし、プロジェクトを遂行していく中でただポインティング操作を代替するだけではユーザ体験の良いインタラクションは提供できないと判断し、「そもそも視線によるユーザ体験の良い、『気持ちいい』インタラクションとは何か?」を検討する方針に舵を切った。これより、先述の視線インタラクションの体験を損なう問題を解決し、視線による使いやすい・気持ちいいインタラクションを提案することを新たな目的として、Project Eye Interaction Design (EyeXD) の名の下で新たな視線インタラクションのデザインおよび実装、インタラクションデザインのガイドラインの整備を行った。本システムを通して一般の人でも視線によるインタラクションのデザインを行えるようにし、視線インタラクションデザインの実装および議論のためのプラットフォームの確立を行っていくことが本プロジェクトの最終的な目標となる。

3 開発の内容

Project EyeXD は GUI 操作における視線を用いた使いやすいインタラクションデザイン及びデザイン指針と、そのインタラクションを実現するシステム EyeXD や EyeXD を用いた連携デモアプリケーションで構成される。

3.1 視線インタラクションデザインの検討

視線インタラクションがポインティング操作に向いていない理由は、先述の細かい操作に向いていない点やマイダスタッチ問題に加え、ユーザがポインティング操作が完了するまで対象を見続けなければいけない点、そして周辺視野内で表示の変化が起きた時にどうしても視線がそちらに向いてしまう点にある。これらの視線特有の問題を解決しなければ、視線による計算機とのインタラクションはユーザにとって使いづらいものであり続ける。そこで本プロジェクトでは、視線インタラクションをユーザが視線で入力を行うインタラクションとユーザの視線をシステムが誘導するインタラクションに分けて整理した。ユーザの視線を入力に使うだけで

なく、ユーザの視線や注意を誘導することで、ユーザの注意が他方に行かないようにしたり、アプリの処理が完了したときにユーザの注意をそちらに向かせるようなワークフロー最適化を行ったり、誘導した先で新たな視線入力インタラクションを実行したりできる。このようなユーザによる視線の入力とシステムによる視線の誘導を繰り返すインタラクションデザインにより、これまでの視線インタラクションよりも自然なユーザ体験が実現できると考えた。以上の新たな視線によるインタラクションをアイインタラクションと命名した。視線の誘導方法には画面全体を薄暗くし、ユーザの注意を誘導したい箇所をハイライトさせ、場合によって点滅や移動などを行う形を採用した。

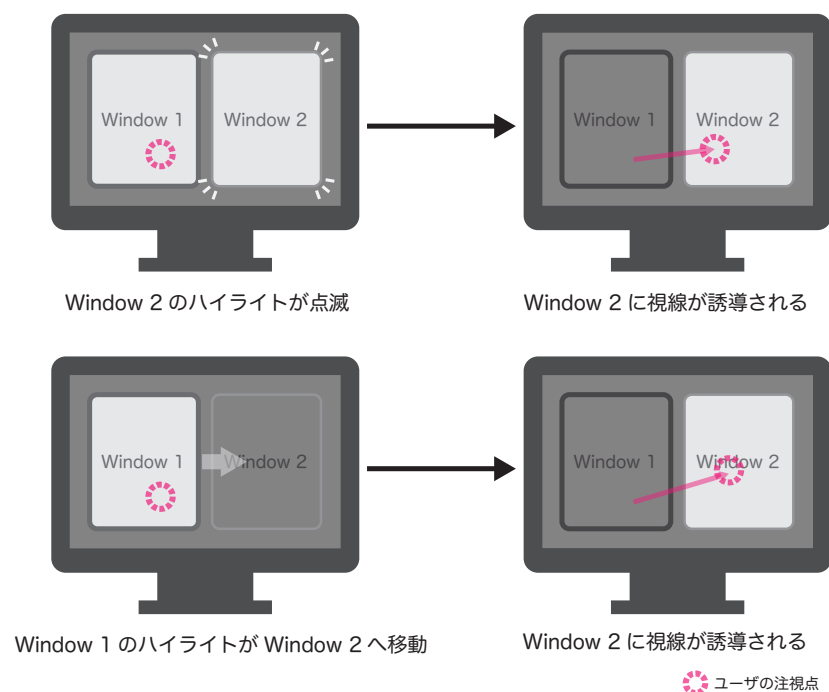


図 1: 画面のハイライトによる視線誘導の例

3.2 アイインタラクションシステム EyeXD の開発

このインタラクションデザインをベースに、アイインタラクションシステム EyeXD を開発した。ユーザは自身のモニターにアイトラッカーと呼ばれる専用デバイスを設置し、本システムをインストールすることで使用できる。EyeXD は画面を見ているユーザの注視点、キーボードやマウスなどのユーザの入力と画面に表示されている要素やウィンドウの操作、ハイライト操作による視線誘導を繋げる基盤システムである。これにより、EyeXD では「見ているウィンドウをホットキーによりフォーカスする」といった従来の視線による GUI 操作に加え、「あるアプリ内で処理が完了したらユーザの視線を自身に誘導する」、「誘導に従ってユーザがアプリを見たときにそのアプリに自動でフォーカスされる」といったアイインタラクションも実現している。また、別のアプリと EyeXD を連携させ、アプリ内でアイインタラクションを実現できる機能も実装した。実際に未踏期間では Chrome 拡張機能として Web ブラウザや AI チャットアプリでアイインタラクションを行うデモアプリケーションを開発し、プログラマに試してもらった。

3.3 アイインタラクションのデザインガイドラインの策定

これらのシステム開発、プロトタイプやデモアプリケーションの実装を通して、これまでの視線によるインタラクションと EyeXD でのインタラクションを整理し、アイインタラクションのデザインガイドラインを策定した。アイインタラクションでは、まずシステムの介入の段階、すなわちユーザがある操作を行おうとしたときにシステムがどの段階で介入するかによりインタラクションを以下の 3 段階に分類する。

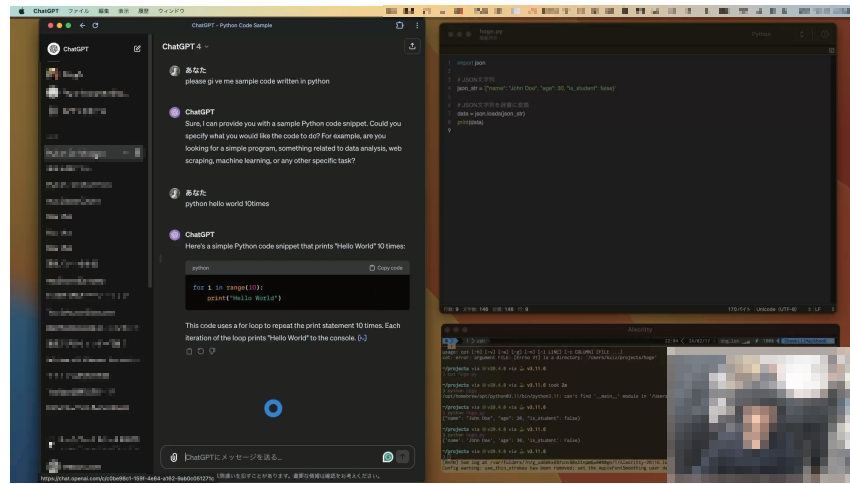


図 2: ユーザに実際に使ってもらっている様子

- レベル 1 ユーザは対象を見て、キー入力やマウス操作などの明示的な操作を行う
- レベル 2 ユーザが対象を見た時に、システムがユーザの意図を判定して自動で操作を行う
- レベル 3 ユーザに特定の対象を見るように注意を促し、システムが行いたい操作へと誘導する

この介入の段階のレベルが高くと、ユーザの操作負担が低くなる一方で、システムの介入が大きくなるため、ユーザの意図を正確に判定する必要があり、またユーザのペースを妨げないような配慮が必要となる。特にレベル 3 で視線を誘導するインタラクションについては、ユーザの視線の誘導の仕方について注意深く検討する必要がある。そこで、Project EyeXD では視線を誘導するインタラクションデザインにおいて以下の 4 つのパターンを定義した。

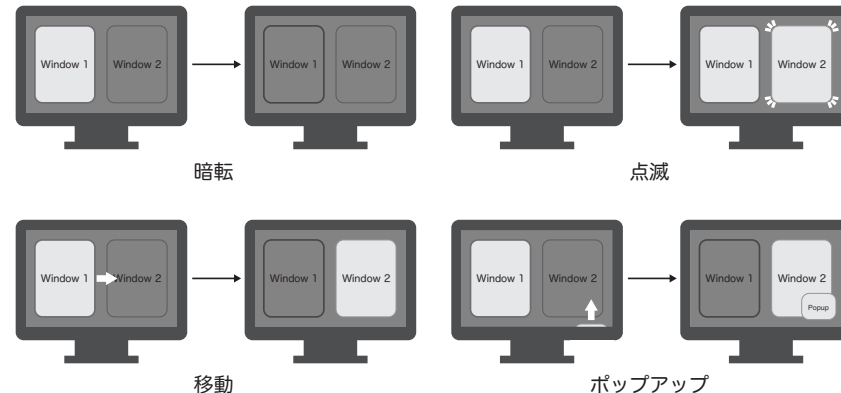


図 3: 視線誘導インタラクションのデザインパターン

また、アイインタラクションにおいてシステムが適切にユーザの操作に介入できるように、ユーザの注意場所の変化に着目した状態マシンによるインタラクションの整理手法を提案した。

インタラクションデザイナーは、これらのデザインガイドラインをもとにアイインタラクションのデザインを行っていく。

4 従来の技術との相違

従来の GUI での視線インタラクションシステムはユーザがどこを見ているのみ考慮してポインティング操作を代替する手法が主であった。これではユーザの体験を向上し作業を効率化させるにあたり限界が生じると考え、システムがユーザの視線を誘導するインタラクションを検討し、アイインタラクションを提案した。ユーザによる視線の入力とシステムによる視線の誘導を繰り返すインタラクションデザインにより、ユーザは

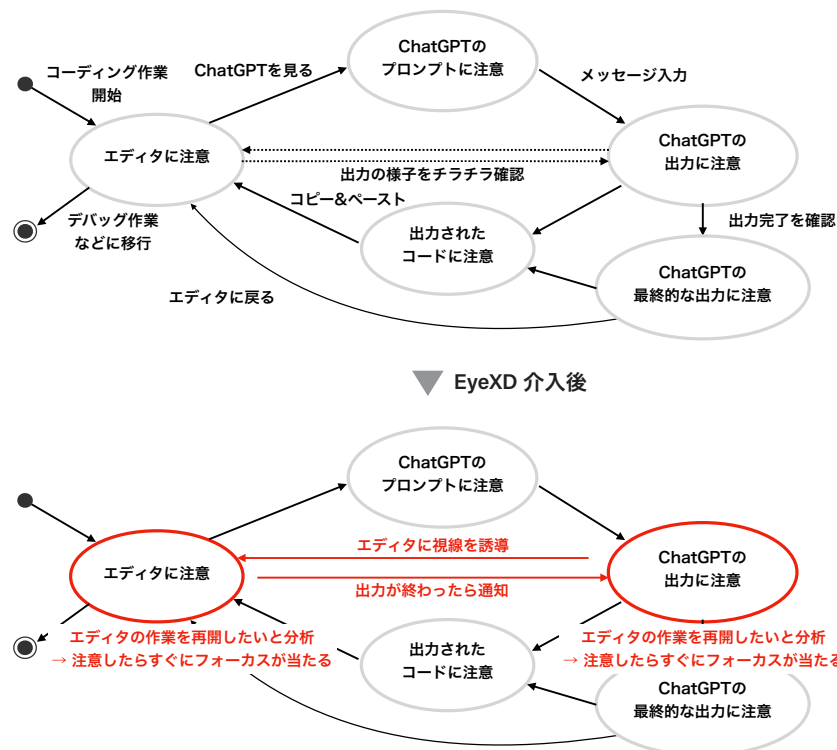


図 4: ChatGPT との共同コーディング作業における、ユーザの行動とそれによるユーザの注意場所の変化のステートマシン。EyeXD におけるアイインタラクションはステートマシン上で整理できる。

より自然に計算機との目でのやり取りが達成でき、使いやすい視線のインタラクションを実現できると考えている。また、アイインタラクションを実現できるシステム、アイインタラクションデザインのガイドラインの提案により、インタラクションデザイナーはアイトラッカーがあれば直ちに本システムを体験し、インタラクションデザインの議論を行うことができる。これにより、Project EyeXD が今後の視線による人と計算機のインタラクションに関する議論のプラットフォームとなっていくことを目指している。

5 期待される効果

アイトラッキング技術基盤は成熟を遂げつつある中で、視線による人と計算機との対話はまだ一般には浸透していない。これはユーザにとって使いやすいインタラクションがデザインされていない側面が大きい。本プロジェクトで提案したインタラクションデザインやシステムは視線インタラクションをより一般に普及させることに貢献することが期待される。そして視線による計算機との対話が一般化した先では、スマートフォンアプリのUIデザインがよりタッチインタフェースに適したものとして確立されていったように、PCのUIも目で見て対話することを前提としたより直感的かつ効率的なUIとなっていくだろう。

6 普及の見通し

まずはシステムの機能の拡充を行い、EyeXD がユーザにとってより使いやすく気持ちいいものにしていく。そして EyeXD による視線インタラクションを普及させていく事始めとして、クリエイター自身含め生産性向上を謳う PC ツールを好むユーザに向けてアプリをリリースしていきたいと考えている。そのためには、機能の拡充と並行し、スマートフォンによるアイトラッキングシステムも開発し、導入障壁を下げることでより多くのユーザが EyeXD を使用できるように進めていくことも肝要である。

また、現在のデザインガイドラインを拡張していき、視線インタラクションの新たなデザインスペースを構築を行い、ヒューマンコンピュータインタラクションの学会での発表を通して提案する予定である。これによ

り、Project EyeXD を視線インタラクションデザインにおける議論プラットフォームとしてより強固なものとしていく。

7 クリエータ名 (所属)

- 泉 和哉 (筑波大学 人間総合科学学術院 人間総合科学研究群 情報学学位プログラム)

(参考) 関連 URL

- ティザーサイト：<https://eye-interaction.design>
- ソースコード：<https://github.com/Eye-Interaction-Design>