

速さと正確さへの主観的なバイアスが ポインティング手法評価の一般化可能性に与える影響

インタラクシヨ2023

木下大樹¹, 大場洋介¹, 富張瑠斗¹, 山中祥太², 宮下芳明¹

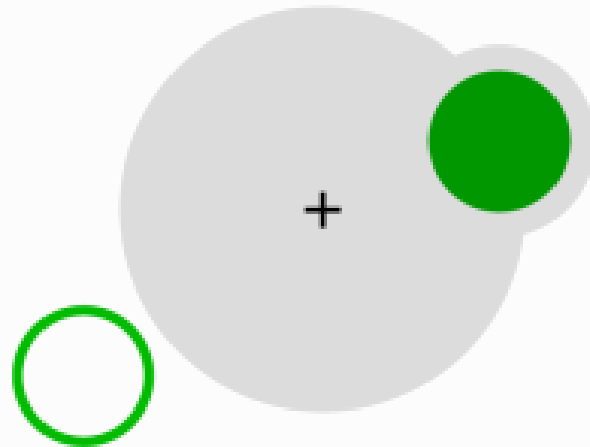
1. 明治大学 2. ヤフー株式会社

背景

新規提案手法の実験の結論は、**一般化可能性**を主張できることが重要

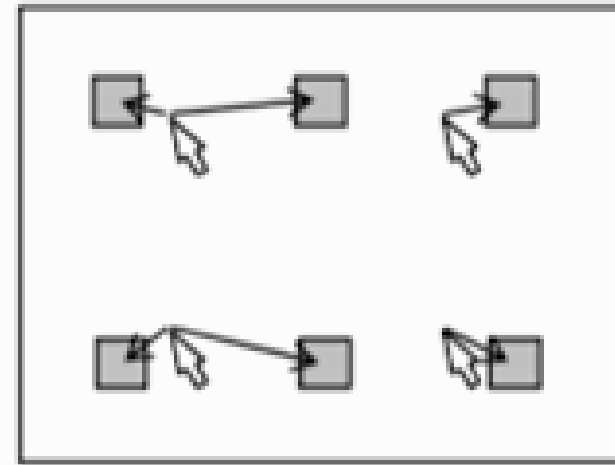
→ 参加者群・機材・状況に影響されずに同じ結論にたどり着けるということ

新規提案手法の例



Bubble Cursor

カーソルの選択領域を拡大して
操作時間を短縮，エラー率を低減



Ninja Cursor

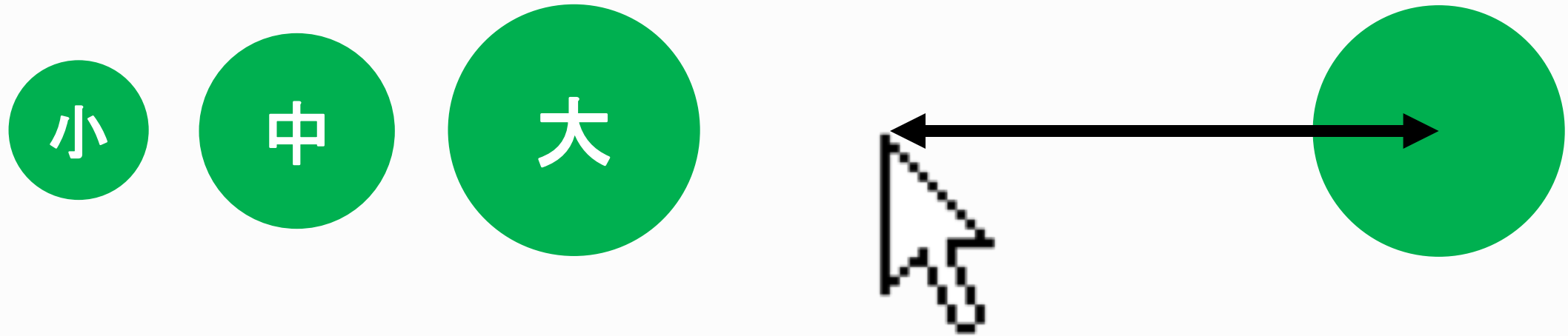
ターゲットまでの距離を短縮して
操作時間を短縮

様々な条件を設定した実験を行うことが望ましい

背景

提案手法の評価実験

狙い通りに支援できているか，ベースライン手法と比較を行う実験



ポインティングでの実験条件：ターゲットサイズ，ターゲットまでの距離 etc…

通例「できるだけ速く正確にタスクを行うこと」と教示

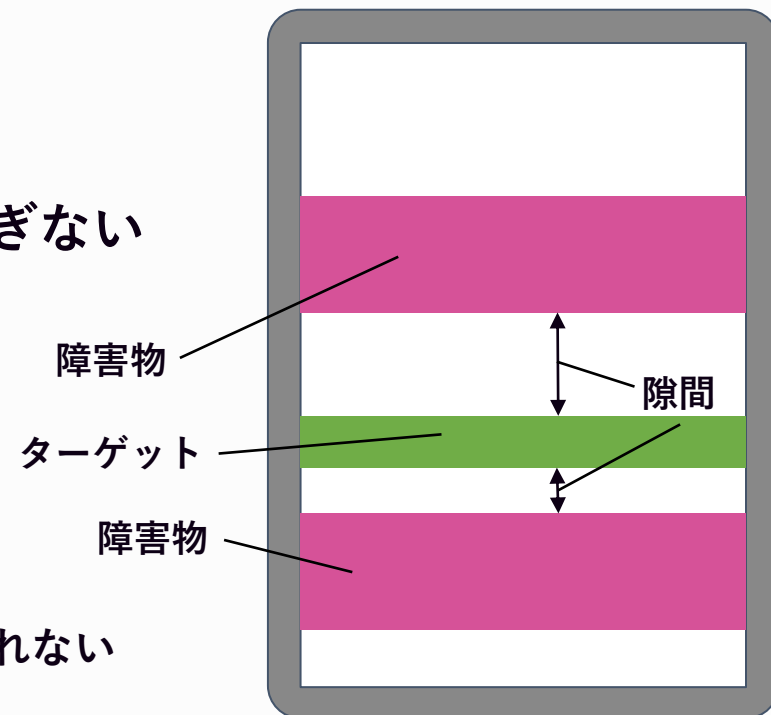
背景

「できるだけ速く正確にタスクを行うこと」は現実的な状況を想定した教示

なぜ？ → ユーザは長い時間をかけたくないはず・ミスをしたくないはず

懸念点

- 速さと正確さのバランスを取ることは現実的な状況の1つに過ぎない
障害物との隙間が狭い場合、慎重に操作を行う
- 実験参加者ごとに教示の解釈が異なる
多少のミスを許容する人、ミスしないように努める人 etc...
問題：参加者が正確さに偏るとミスを減らす手法が有効と言えなくなるかもしれない



実験条件にバイアスを設定することに意義がある

複数のバイアスを用いた評価実験を実施

バイアス

速さ重視：エラーを気にせずできるだけ速くタスクを行ってください

ニュートラル：できるだけ速く正確にタスクを行ってください

正確さ重視：時間を気にせずできるだけ正確にタスクを行ってください

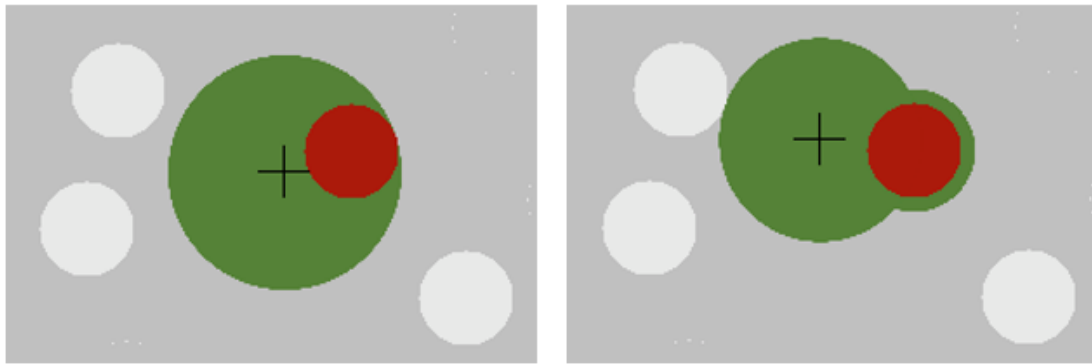
バイアスを実験条件に含めることで

ユーザ実験からより多くの知見を引き出す実験方法論を提案

ポインティング手法

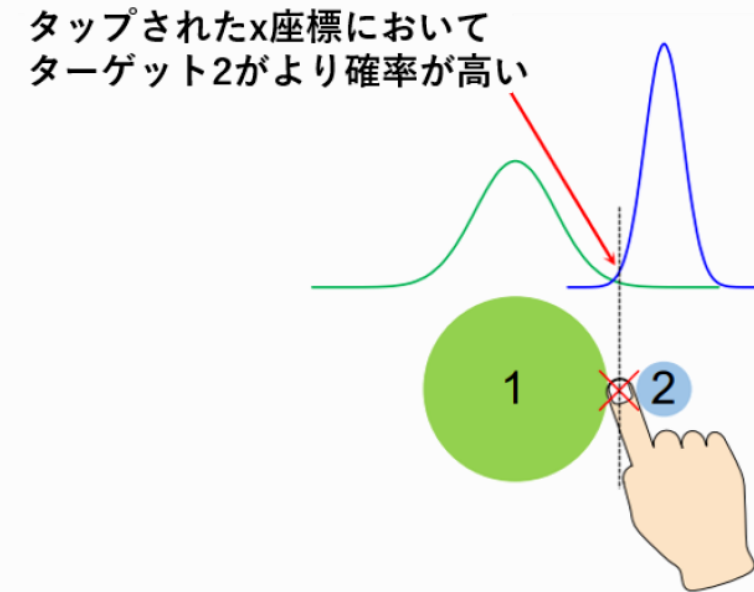
Bubble Cursor[1]:

クリック判定を最も近いターゲットまで拡張



Bayesian Touch Criterion[2]:

タップしたいターゲットを確率で推定



ベースライン手法よりポインティング性能が高いとされる手法

バイアスを条件に加えて再評価を実施

1. Grossman, T. and Balakrishnan, R.: The Bubble Cursor: Enhancing Target Acquisition by Dynamic Resizing of the Cursor's Activation Area, CHI '05, New York, NY, USA, ACM, pp. 281-290, DOI: 10.1145/1054972.1055012 (2005).

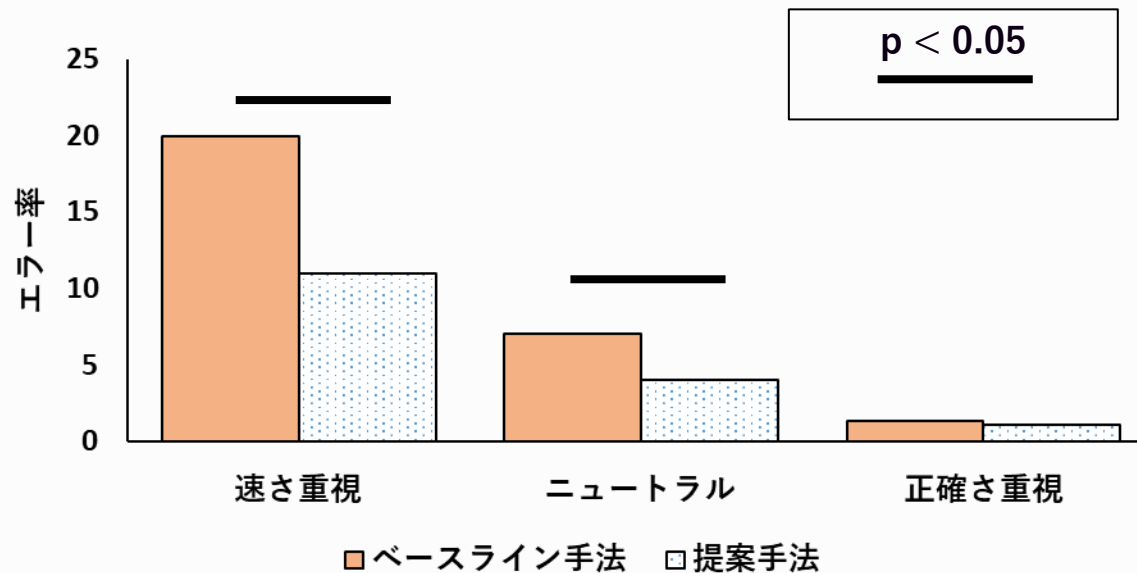
2. Bi, X. and Zhai, S.: Bayesian touch: a statistical criterion of target selection with finger touch, UIST '13, New York, NY, USA, ACM, pp. 51-60, DOI: 10.1145/2501988.2502058 (2013).

仮説

仮説①：バイアスがニュートラルでは元の論文と同様の結果になる

仮説②：ニュートラル以外のバイアスでは操作時間やエラー率に有意差がみられなくなり，提案手法が有効とはいえなくなる

例) 正確さ重視ならそもそもミスが少なく，「Bubble Cursorはベースライン手法よりエラー率が有意に低い」と言えなくなる



実験：Bubble Cursor

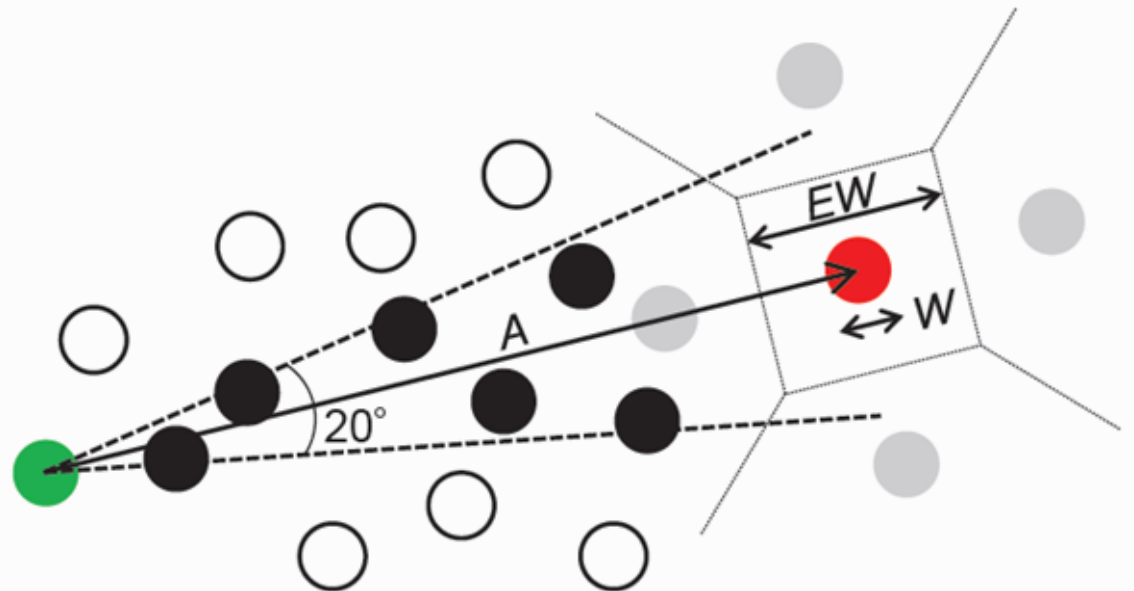
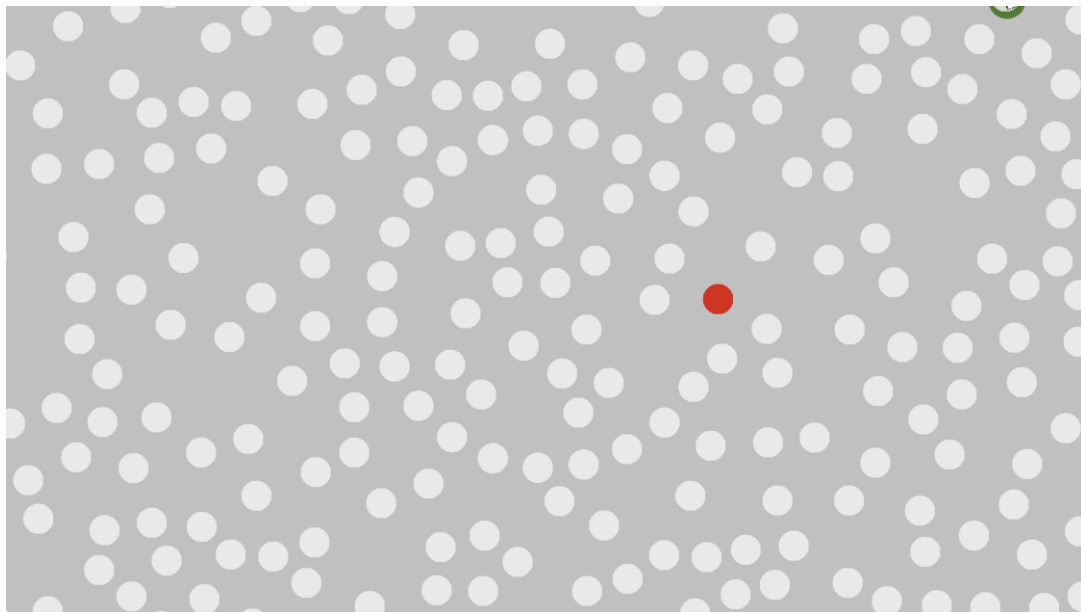
ターゲット間距離(A) : 400, 770 pixels

ターゲット幅(W) : 8, 24, 70 pixels

有効ターゲット幅(EW/W) : 1.33, 2, 3

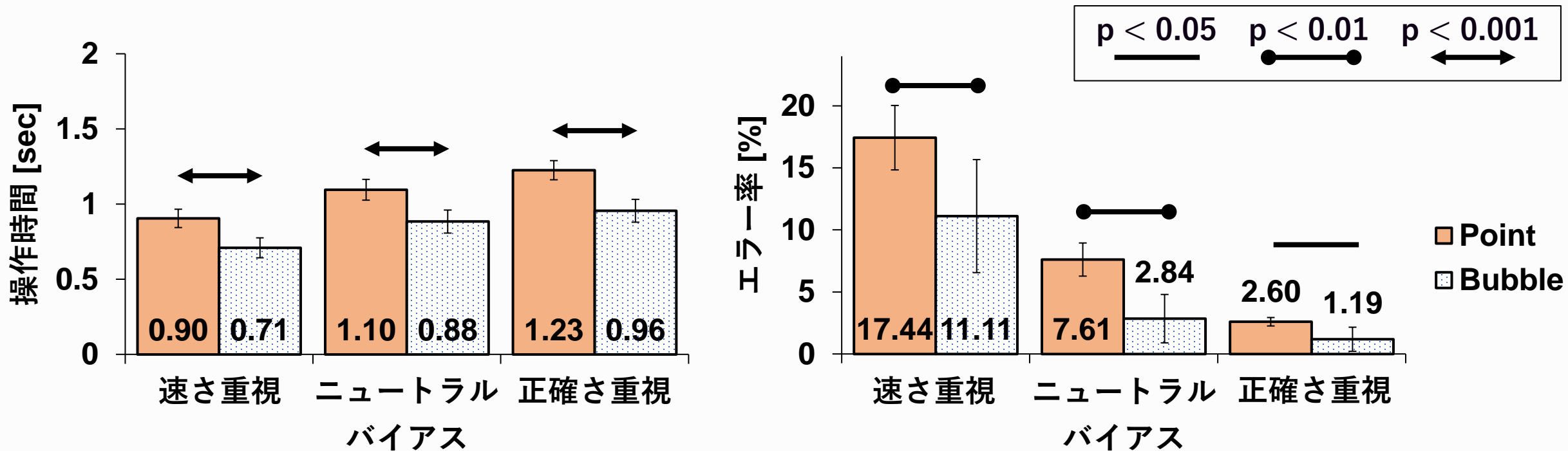
カーソル : Bubble Cursor, Point Cursor (ベースライン手法)

バイアス : 速さ重視, ニュートラル, 正確さ重視



結果：Bubble Cursor

両カーソルで操作時間とエラー率にバイアスの影響を確認



**Bubble Cursorによりいずれのバイアスでも
操作時間とエラー率が有意に減少**

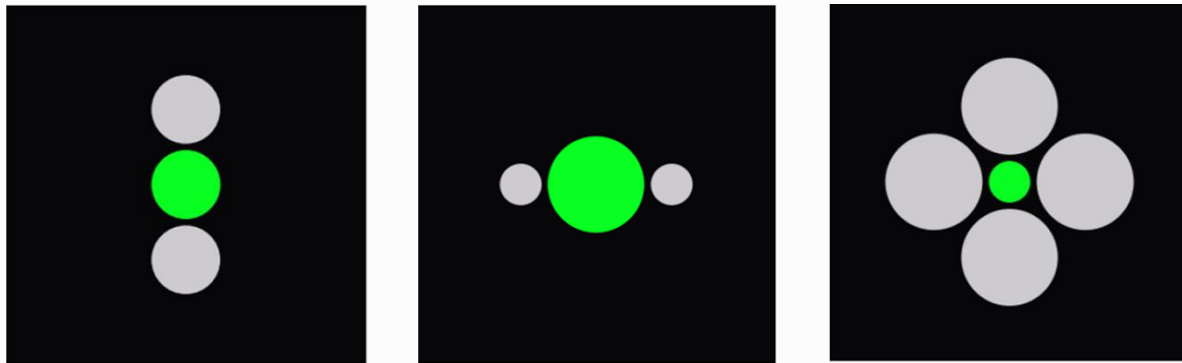
実験：Bayesian Touch Criterion (BTC)

ターゲット間距離(A)：20 mm

ターゲット幅(W)：3, 5, 7 mm

障害物の幅：3, 5, 7 mm

障害物の配置：上下, 左右, 上下左右

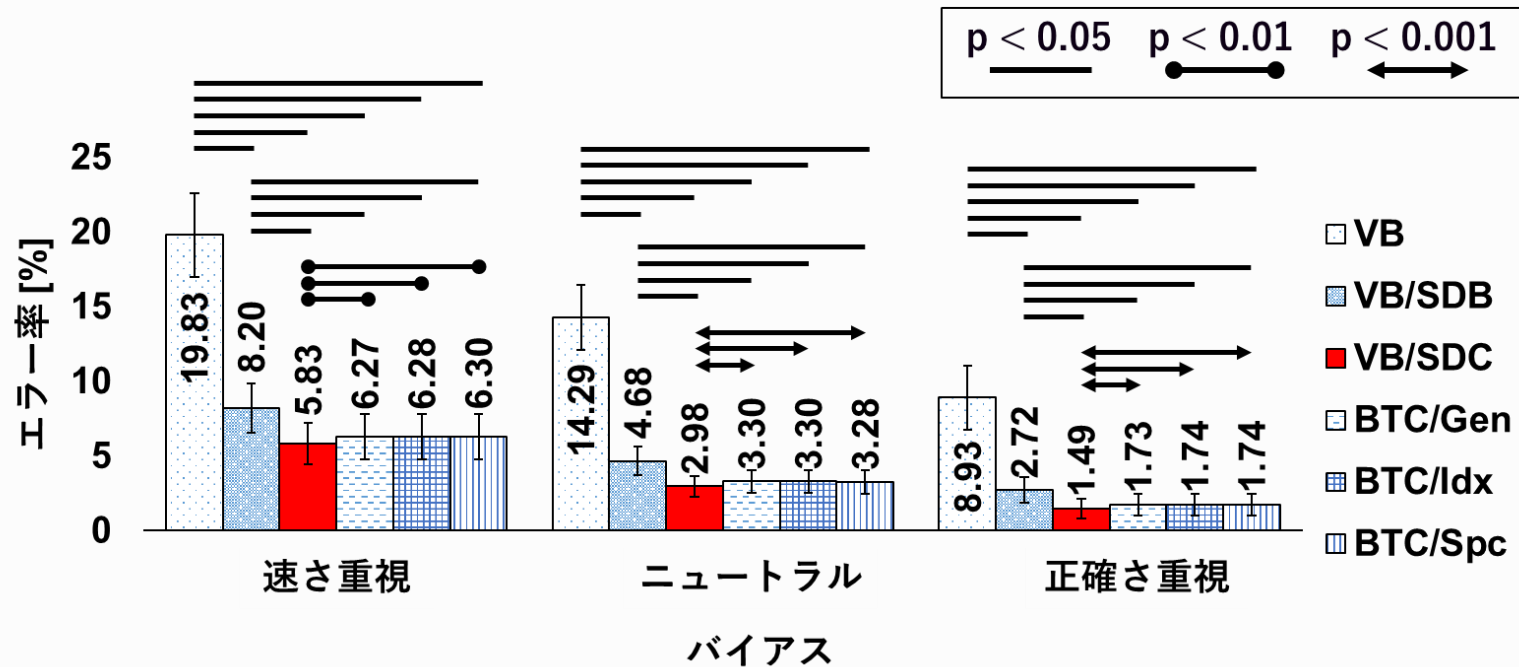


バイアス：速さ重視, ニュートラル, 正確さ重視

結果：Bayesian Touch Criterion (BTC)

操作時間とエラー率にバイアスの影響を確認

見た目通りの当たり判定で実験を行い，様々な選択基準で事後分析



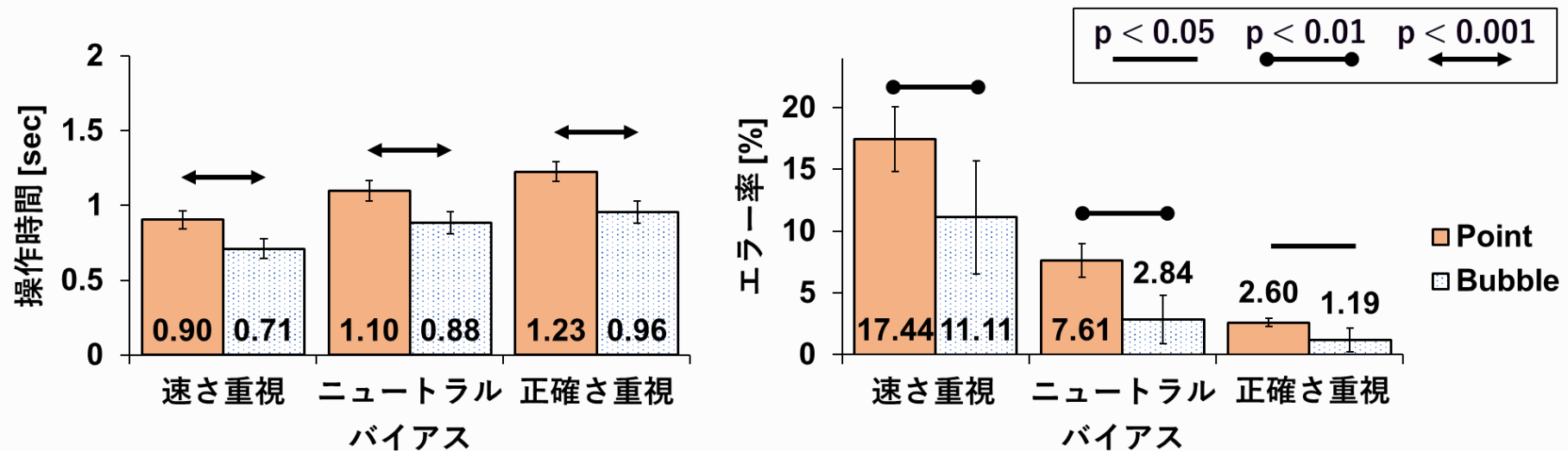
いずれのバイアスでもVB/SDCのエラー率が最小

議論：Bubble Cursor

すべてのバイアスにおいて，Bubble Cursorは操作時間とエラー率の両方を低減

仮説①：ニュートラルでは元の論文と同じ結果が得られる → 支持

仮説②：バイアスによっては元の論文と異なる結果が得られる → 否定

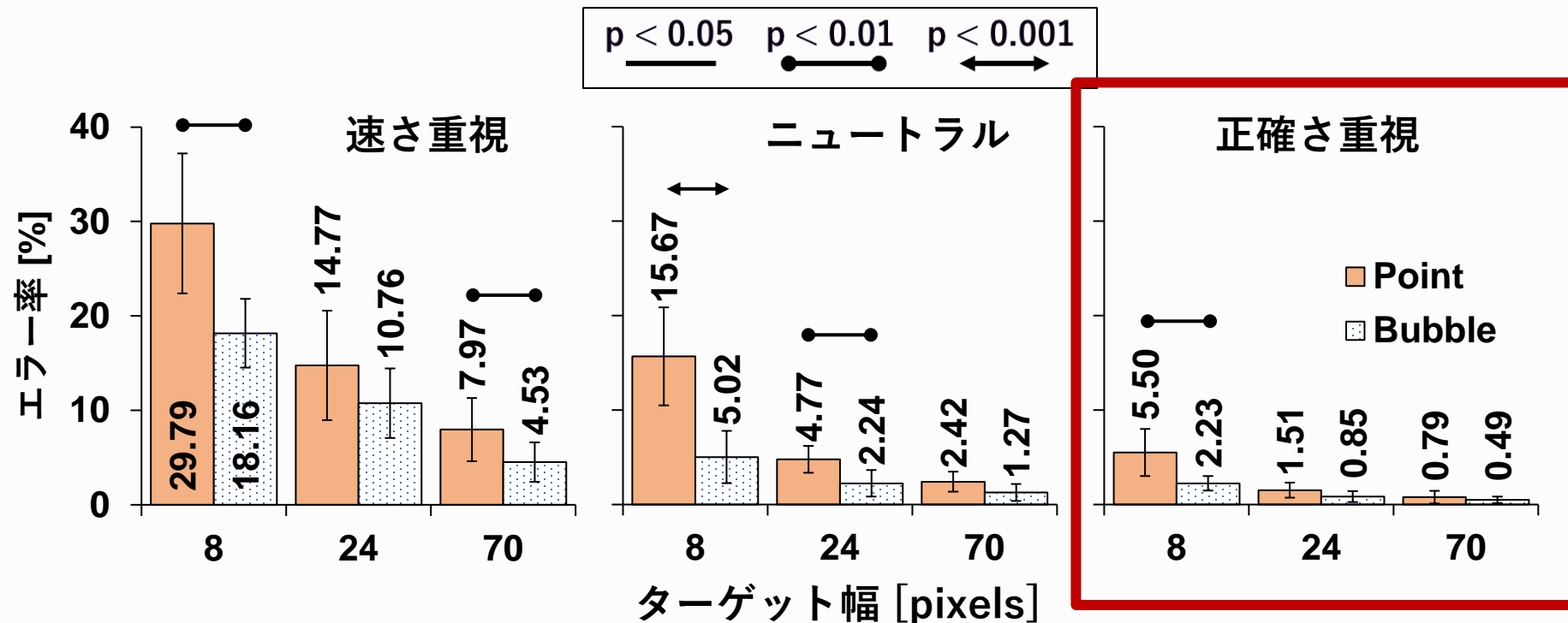


複数バイアスを実験条件に含めることで，より強固に手法の有用性を主張できる

結論の一般化可能性を向上させる

議論：ターゲット幅ごとのエラー率

正確さ重視のとき、ターゲット幅が 8 pixels のみでエラー率に有意差がみられた
現実的なターゲット幅を用いた場合は仮説②が支持される可能性



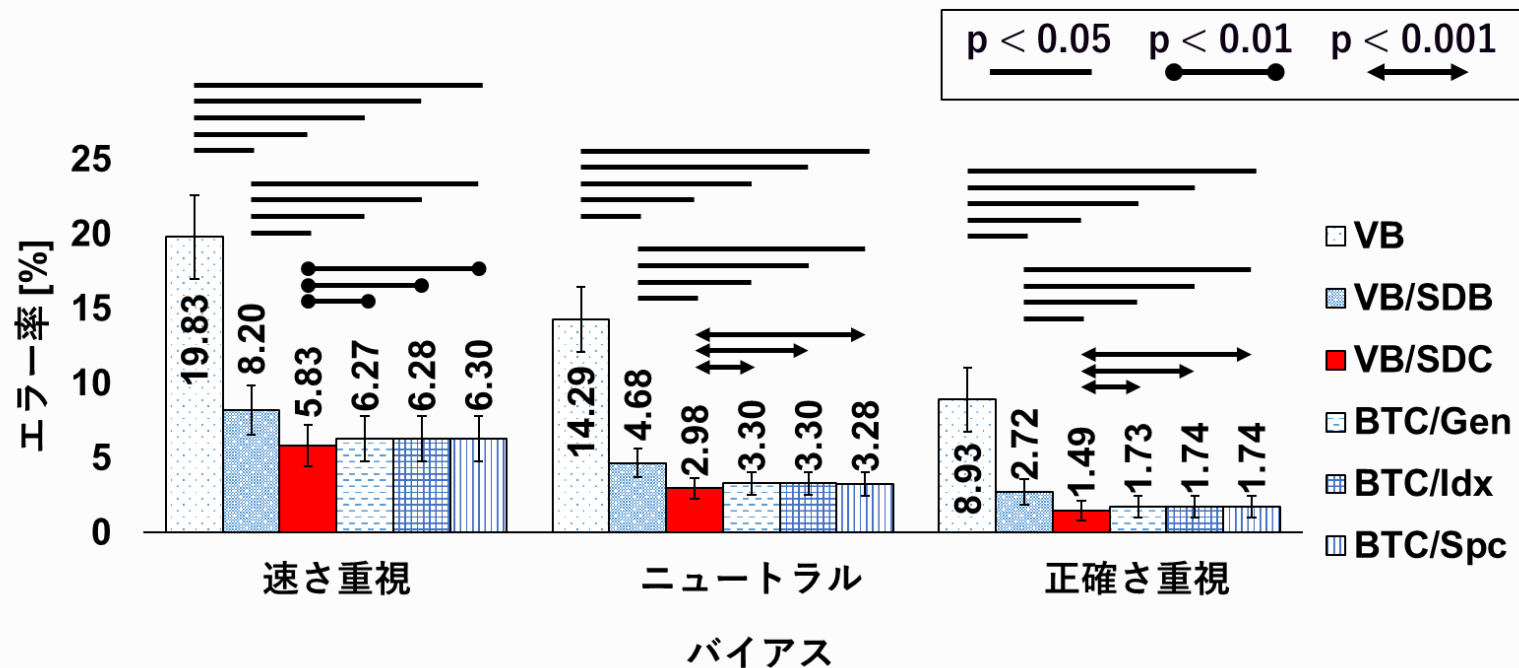
バイアスを条件に加えることで手法が有効な範囲を正確に議論できる

議論：Bayesian Touch Criterion (BTC)

すべてのバイアスにおいて，VB/SDCのエラー率が有意に低い

仮説①：ニュートラルでは元の論文と同じ結果が得られる → 否定

仮説②：バイアスによっては元の論文と異なる結果が得られる → 支持

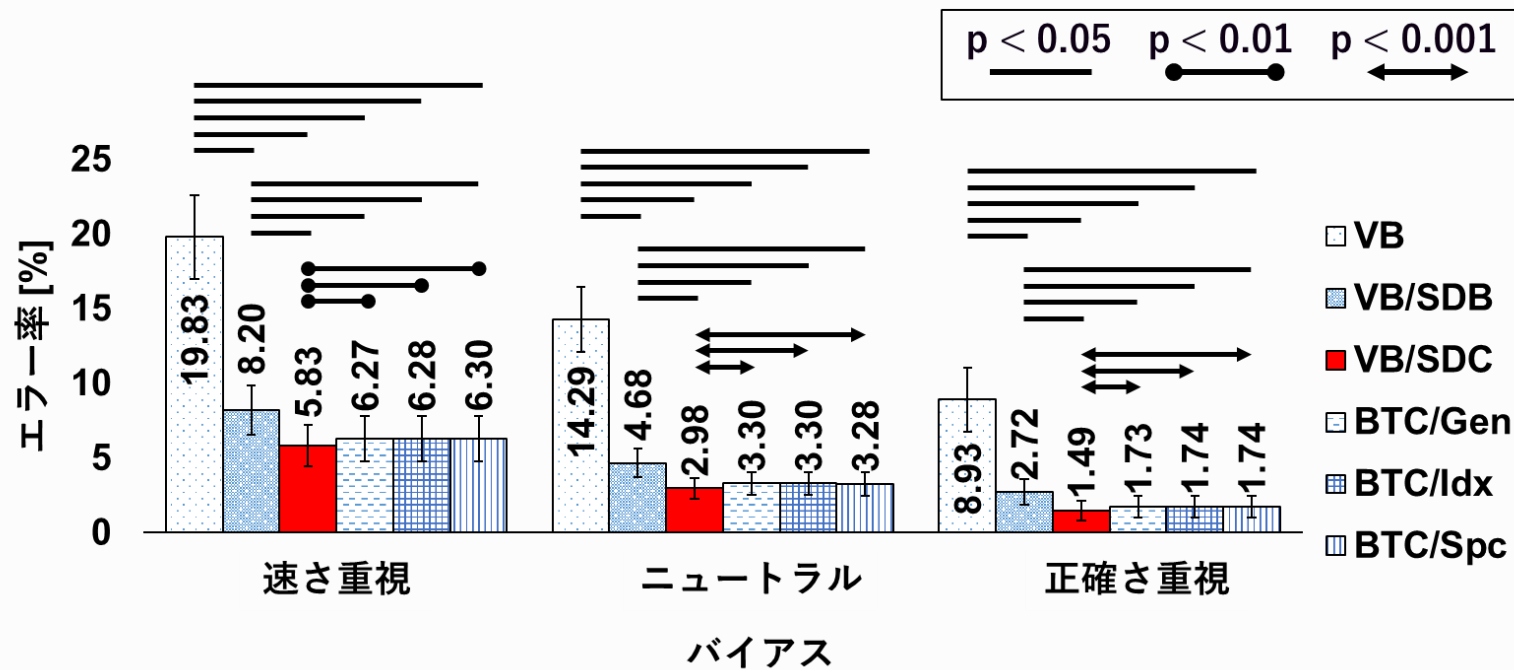


議論：Bayesian Touch Criterion (BTC)

ニュートラルのみで再現実験を行った場合：参加者が正確さに偏ったことで異なる結果が出た可能性が残る

複数のバイアスを条件に含めて実験を行った場合：

→ 再現実験の参加者によって偶然異なる結果になった、という懸念を強く否定できる



単一のバイアスでの再現実験よりも正確な議論が可能

バイアスを変化させる方法

- ・ 外部から定量的なバイアスを与えるアプローチも考えられる
例) 速さと正確さに対する金銭的な報酬やペナルティ, エラーに対する時間的ペナルティ

実験条件数と実験時間のトレードオフ

- ・ メリット：導入が容易
- ・ デメリット：バイアスの数だけ実験時間が長くなる
 - 複数バイアスの導入や用いるバイアスの数は研究の主目的に沿って決める必要がある

まとめ

背景：単一だった教示にバイアスをかけて複数にすることを提案

実験：Bubble Cursor, Bayesian Touch Criterion (BTC)を用いて
複数バイアスを用いた再現実験を実施

結果：Bubble Cursor → いずれのバイアスでも有効
BTC → いずれのバイアスでも他手法の方が有効

結論：複数のバイアス条件により

- 結論の一般化可能性の向上
- 手法の有効範囲や再現実験に対する詳細な議論

が可能になる