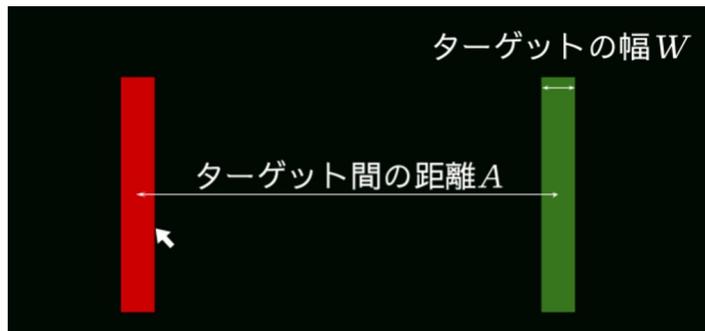


ポインティングにおける低視力者のための ターゲットサイズ補正

富張 瑠斗, 木下 大樹, 大場 洋介 (明治大学),
山中 祥太 (ヤフー株式会社), 宮下 芳明 (明治大学)

視力1.0の視界



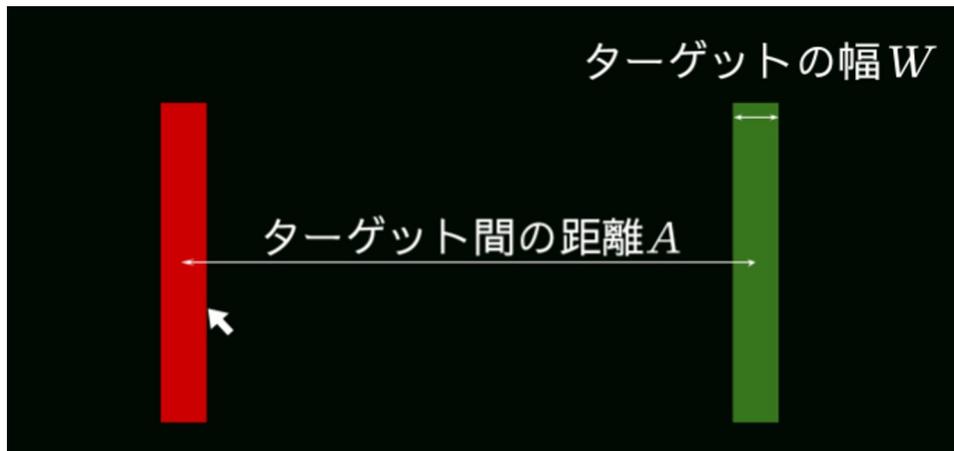
視力0.1の視界



どの程度大きくすればいいのか

ポインティング

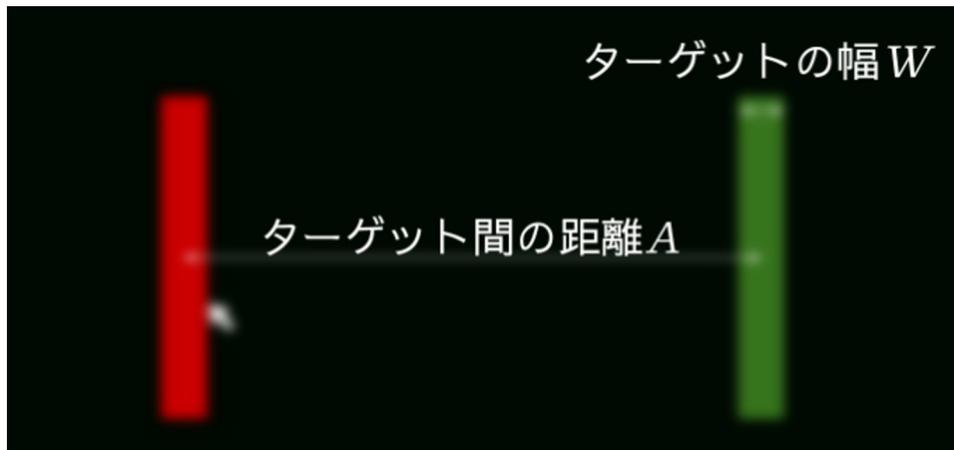
ターゲット間の距離 A とターゲットの幅 W が操作時間に影響を与える



ポインティング

ターゲット間の距離 A とターゲットの幅 W が操作時間に影響を与える

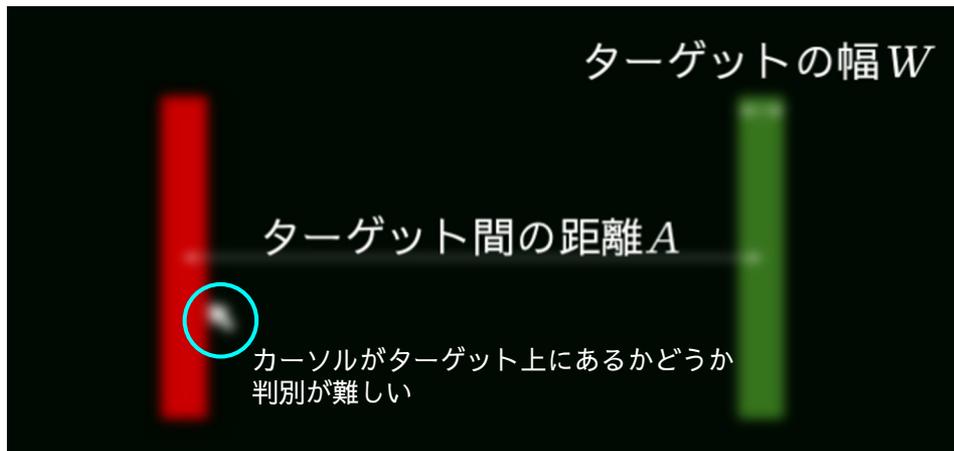
視力が低下するとカーソルやターゲットがぼやけて見える



ポインティング

ターゲット間の距離 A とターゲットの幅 W が操作時間に影響を与える

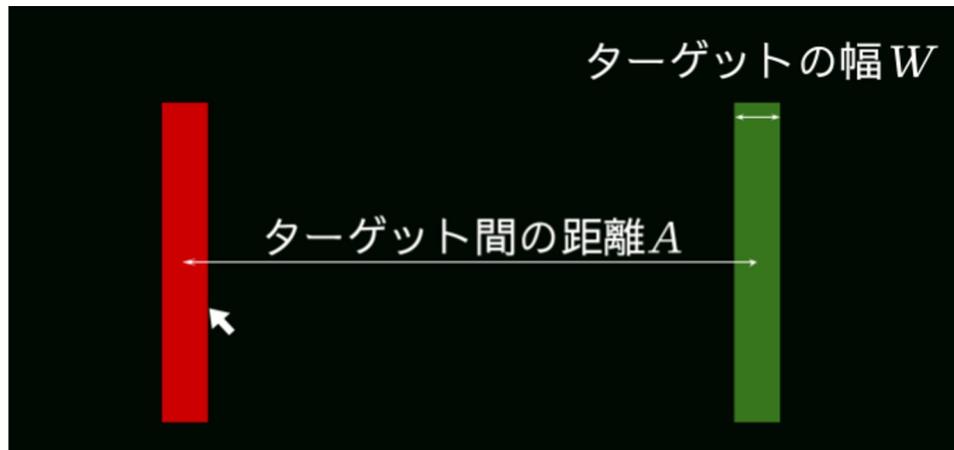
視力が低下するとカーソルやターゲットがぼやけて見える



操作時間やエラー率が増加する

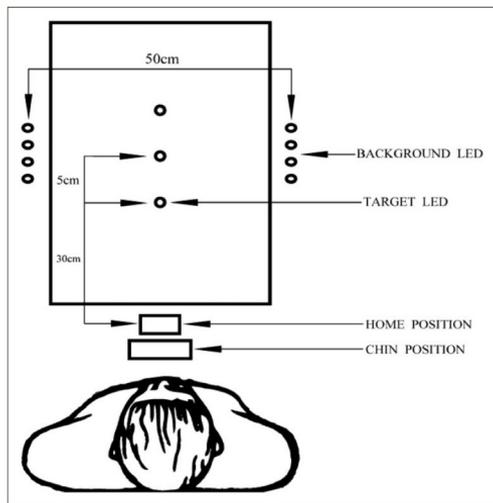
操作時間の予測モデル

Fitts' Law : $MT = a + b \log_2 \left(\frac{A}{W} + 1 \right)$



視力が運動パフォーマンスに及ぼす影響

Effects of Background Lighting Color and Movement Distance on Reaching Times Among Participants With Low Vision



弱視・近視・正常視の参加者間でリーチング課題を行う
リーチング課題：ホームポジションから光ったターゲットLEDを指先で触れる

弱視の参加者の完了時間が有意に長い

視力の変化の再現

ゴーグル

度のあっていないレンズを用いる
頭痛や目眩などの症状を引き起こす可能性



高田メガネ：視覚障害模擬実験用シミュレーションキット

森 一彦, 酒井英樹, 戒田真由美：画像処理による視覚能力レベルに応じたロービジョン再現環境に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, Vol. 76, No. 665, pp. 1213-1221(2011).

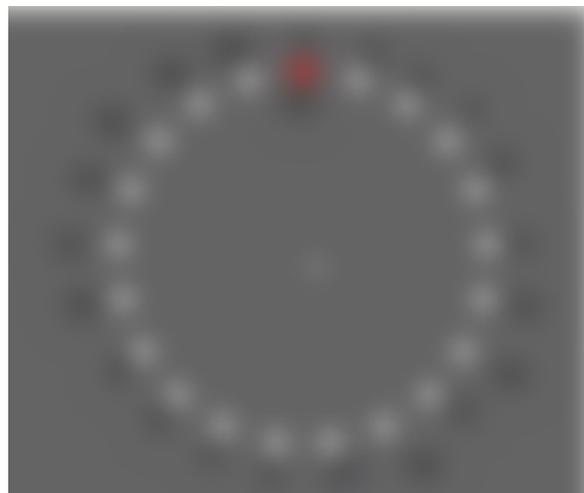
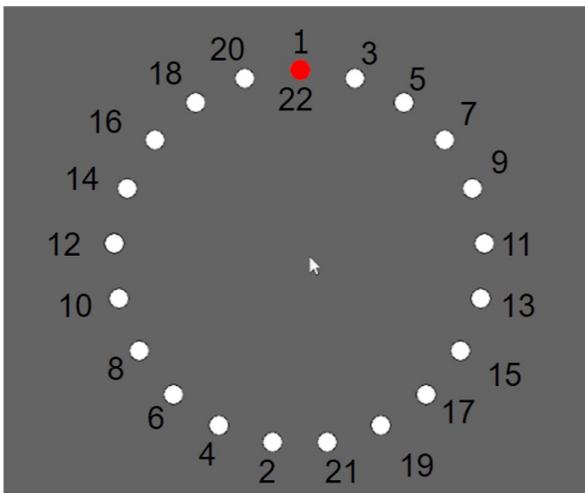
画像処理

ガウシアンフィルタを用いてぼかす
周波数特性や視力低下の症例を考慮

ぼかし度 (pixel)	ランドルト環	新聞	駅構内	階段 (上り)	階段 (下り)
0					
20					
40					
60					
80					
100					

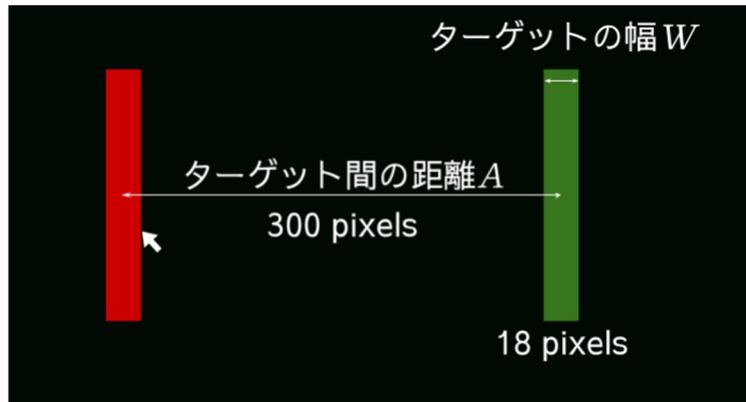
視力の低下がポイントティングパフォーマンスに与える影響

ガウシアンフィルタを用いて視力の低下を再現

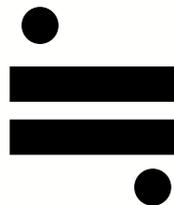


提案モデル：
$$MT = a + b \log_2 \left(\frac{A + d(B - 1)}{W - c(B - 1)} + 1 \right)$$

視力に対するWの調整



B=1に相当する視力



B=101に相当する視力

同じ操作時間が見込める：
$$\Delta W = \frac{(B - 1)(cA + dW)}{A}$$

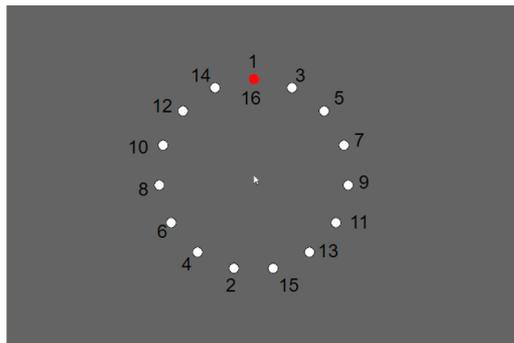
先行研究のモデルの検証

操作時間の予測モデル

$$MT = a + b \log_2 \left(\frac{A + d(B - 1)}{W - c(B - 1)} + 1 \right)$$

ターゲット幅の補正式

$$\Delta W = \frac{(B - 1)(cA + dW)}{A}$$



実験1

個人ごとに
モデルが適合するか
回帰定数を算出

実験2

ターゲット幅を
 ΔW 大きくすることで
MTが同程度になるか検証

実験1

タスク

円形に並んだターゲットを順にクリックする
次にクリックすべき円が赤く表示
赤い円の外をクリックした場合はエラーとなり
成功するまでやり直す
一番上の円をクリックすると試行が開始する

条件

ターゲット間の距離 : $A = 300, 1100$ pixels

ターゲット幅 : $W = 12, 18, 36, 78$ pixels

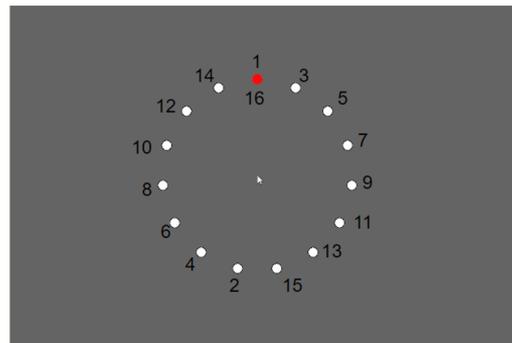
ぼかし度 : $B = 1, 21, 41, 61, 81, 101$ pixels

(ガウシアンフィルタのカーネルサイズ)

補正 : $C = \text{without}$ (補正なし)

参加者

正常な視力をもつ6名



実験2

タスク・参加者

実験1と同様

条件

ターゲット間の距離：A = 300, 1100 pixels

ターゲット幅：W = 12+ ΔW , 18+ ΔW , 36+ ΔW , 78+ ΔW pixels

ぼかし度：B = 1, 21, 41, 61, 81, 101 pixels (ガウシアンフィルタのカーネルサイズ)

補正：C =with (補正あり)

ΔW の例

$$\text{ある参加者のモデル：} MT = 77.29 + 185.1 \times \log_2 \left(\frac{A + 0.1201(B - 1)}{W - 0.05711(B - 1)} + 1 \right) \quad \dots \textcircled{1}$$

$$\Delta W = \frac{(B - 1)(0.05711A + 0.1201W)}{A} \quad \dots \textcircled{2}$$

$$A=300, W=12, B=101 \text{ のとき} = \frac{(101 - 1)(0.05711 \times 300 + 0.1201 \times 12)}{300} = 6.1914 \text{ pixels} \quad \dots \textcircled{3}$$

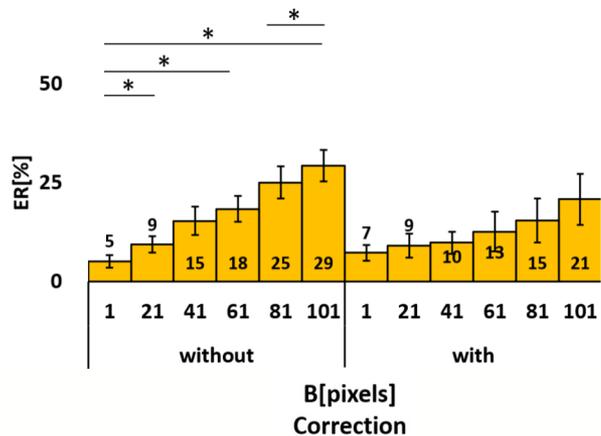
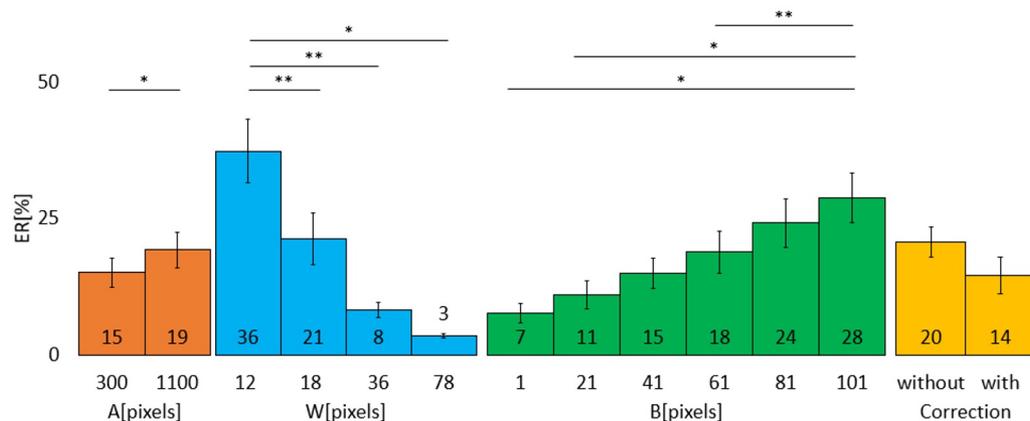
結果

エラー率

A,W,Bで主効果

W×B,W×C,B×Cで交互作用

補正ありでは補正なしに比べBの影響が小さくなる傾向がみられた
 完全には相殺しきれていない



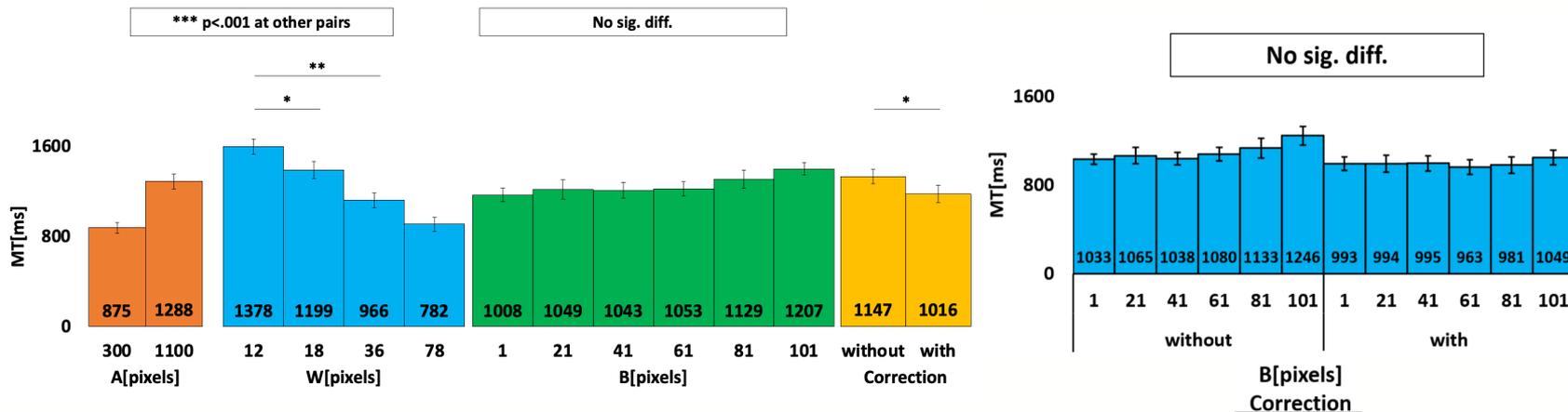
結果

操作時間

A, W, B, Cで主効果

A×W, B×C, W×B×Cで交互作用

補正ありでは補正なしに比べBの影響が小さくなる傾向がみられた



モデル適合度

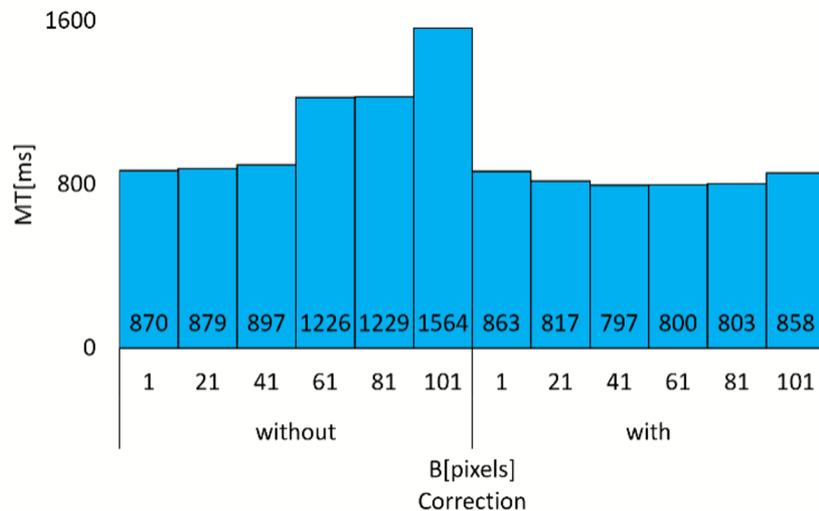
補正なし条件におけるFitts' Lawと提案モデルの適合度
 提案モデルがより高い適合度を示した
 個人ごとにみたとき適合度が参加者平均より低い
 →データが一人分なので誤差の影響が大きい

参加者	Fitts' Law				提案モデル					
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>adj.R</i> ²	<i>AIC</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>adj.R</i> ²	<i>AIC</i>
1	55.87	199.3	0.8962	569.2	77.29	185.1	0.05711	0.1201	0.9135	562.3
2	64.21	230.9	0.8049	618.7	-80.82	242.8	0.01945	2.739	0.8498	608.0
3	245.1	236.7	0.8532	604.7	207.1	233.9	0.03121	0.8481	0.8643	602.8
4	-261.8	318.0	0.4628	723.7	-413.6	279.1	0.1173	4.914	0.8970	646.2
5	156.1	251.3	0.7586	639.8	75.92	247.1	0.05095	1.787	0.8029	631.9
6	68.07	231.0	0.8957	583.7	92.97	217.4	0.04679	0	0.90304	582.0
参加者平均	54.59	244.5	0.8581	605.9	80.08	215.6	0.09162	0.6946	0.9622	544.3

結果

個人ごとの操作時間

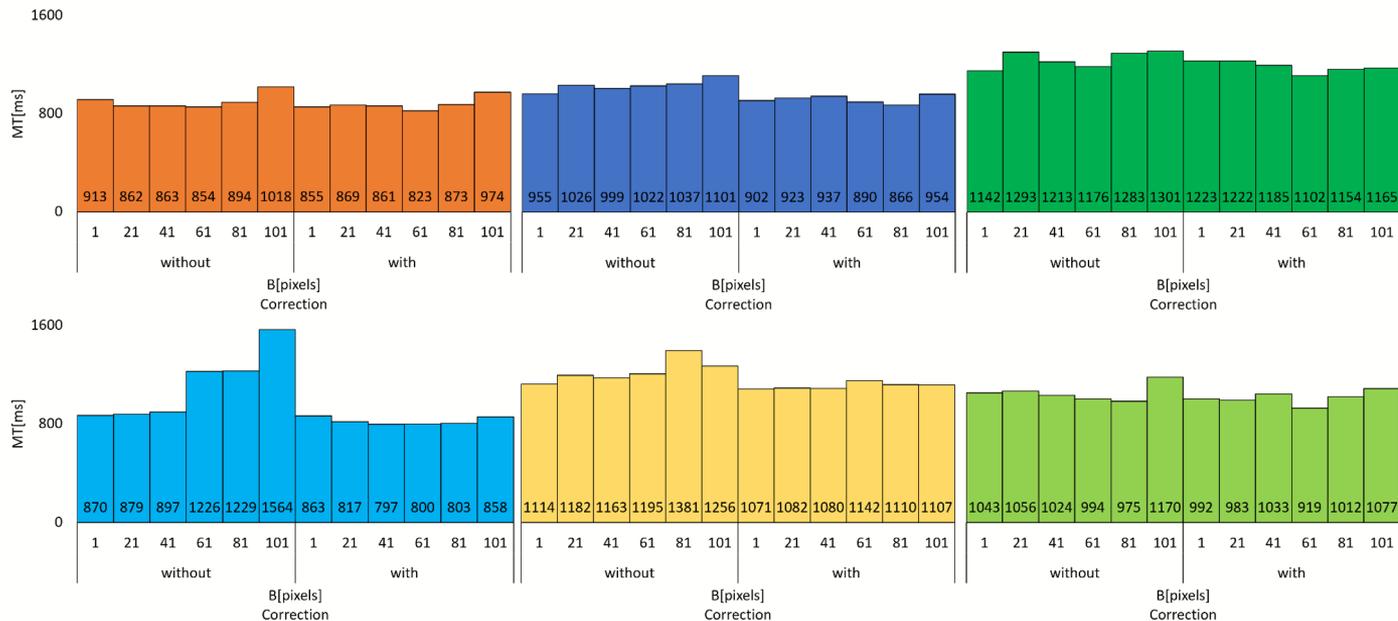
補正あり条件ではBの影響が小さくなる傾向が見られた



結果

個人ごとの操作時間

補正あり条件ではBの影響が小さくなる傾向が見られた



参加者ごとのMTに対するCごとのBの影響

結果

個人ごとの操作時間の増加量

補正あり条件で増加した操作時間と標準偏差が減少

参加者	BごとのMTの最小値と最大値の差		BごとのMTの標準偏差	
	補正なし	補正あり	補正なし	補正あり
1	164ms (19%)	151ms (18%)	61.69	51.23
2	146ms (17%)	88ms (11%)	47.94	32.15
3	160ms (19%)	121ms (15%)	67.44	45.96
4	695ms (81%)	66ms (8%)	279.5	29.89
5	267ms (31%)	71ms (9%)	93.38	26.54
6	195ms (23%)	158ms (19%)	68.78	52.97

ばかし度を考慮した操作時間の予測モデルの検証

個人ごとにも高い適合度を示した

提案モデルを用いてターゲット幅を補正

操作時間に対するばかし度の影響が減少した

ユーザの視力に応じてUIを補正するツールに利用できる可能性

エラー率についてもターゲットサイズの補正を行いたい