

なぞり運動における内部モデルと習熟メカニズムの模倣と応用

富山県立大学工学部電子・情報工学科
1715038 清水豪士

指導教員：奥原浩之

1 はじめに

情報数理工学と制御工学を融合した基盤研究にもとづいて、ターゲットトラッキングタスクでなぞり運動における内部モデルのモデル化と習熟メカニズムを解明する。拡張カルマンフィルタと報酬駆動システムの枠組みで自律分散制御の基盤技術を開発する。

似たような研究として手の動きと視線の動きの関係性についての研究 [1][2] はあるが、「なぞり運動」に重きを置いた研究 [3] は少ない。また、誤差の予測モデルの研究も行われている。[4]

2 現在の状況

2.1 PsychoPy

PC を使って心理学実験を行うためのツールとして PsychoPy がある。主な使い方としては刺激画像の表示時間の指定をしたり、刺激画像が表示されてからのボタンを押すまでの反応時間を記録するといったことができる。PsychoPy は、Python というプログラミング言語を用いて PC に指示を出す。

PsychoPy には Builder と Corder という機能がある。図 1 は Builder、図 2 は Corder それぞれの画面である。

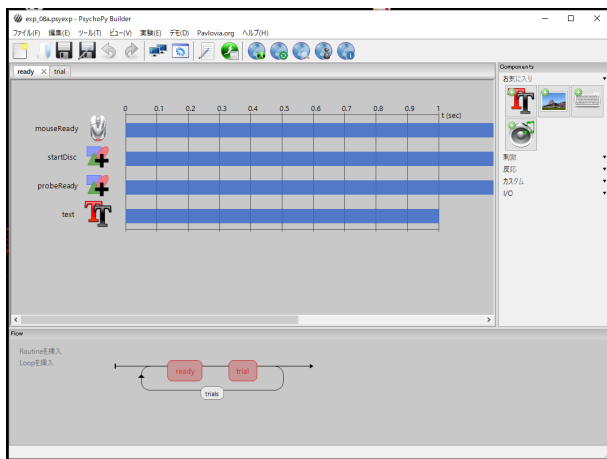


図 1: Builder

図 1 は Builder と言われる自分でプログラムを書くのではなく、アイコン（コンポーネント）を配置して作成した実験を Python のスクリプトに変換してくれます。刺激としては、画像表示・文字の表示・音の再生などがある。反応としては、マウスのクリック・キーボードを押すなどがある。Builder では Excel サポートされた xlsx 形式の Excel ファイルを利用して、実験条件の設定を簡単に行うことができる。

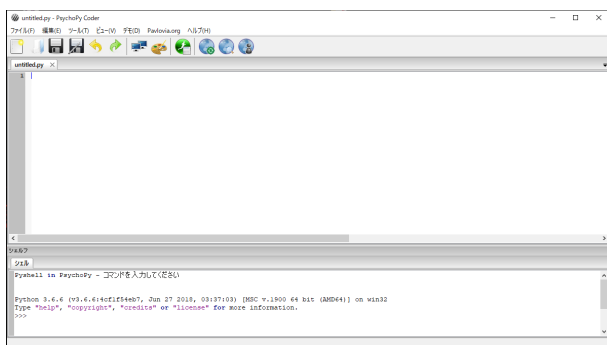


図 2: Corder

図 2 は Corder と言われ、直接コードを書くことができる。Builder で作ったスクリプトは人が直接書くものよりも冗長的なため、Corder を使うほうが良い場合もある。

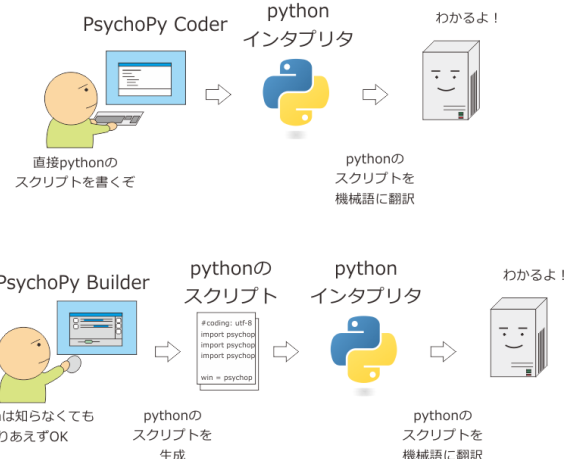


図 3: PsychoPy のイメージ図

3 実験

3.1 実験概要

鏡映描写課題と言われる、鏡に映った自分の手の像を見ながら図形をペンでなぞる課題。鏡を見ながら描画するため、前後方向に手を動かしたときに視覚像の動きが逆転し、うまく図形をなぞるのが難しい。しかし、何度も練習をすると、次第に手と鏡像の動きの関係が学習され素早く間違わずになぞることができるようになる。

今回の実験はこの鏡映描写課題と類似の課題を PC で実現するために PsychoPy を使って実験を作成する。

3.2 鏡映描写課題の実験（例）

実験は星の形の半分をなぞるものである。マウスを動かすと動かす対象物の左右への移動はマウスと同じように動くが、上下は反転して動くようになっている。実験は 10 回繰り返される。その 10 回はそれぞれ始点と終点が違っている。1 つの試行ごとにデータが 1200 個ほど取れる。

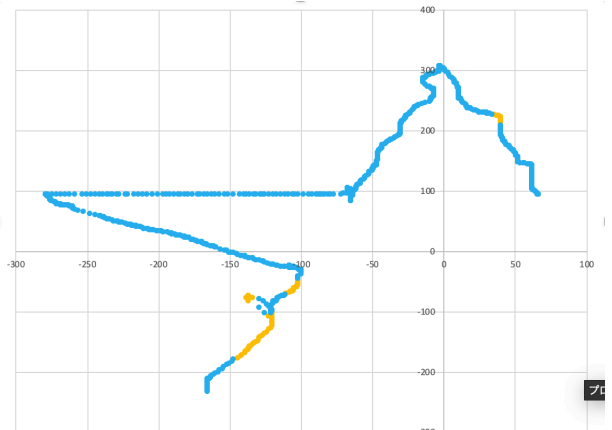


図 4: 実験結果をエクセルでグラフ化したもの

図 4 は $(x,y)=(67,93)$ が始点であり、そこから星の半分の形をなぞっていき、 $(x,y)=(-165,-233)$ が終点になっている。

図 4 では青点がなぞるべき線の上を通ったのを示しており、オレンジ店

はなぞるべき線からはみでたときを示している。

3.3 実験

星ではなく四角をなぞるようにしてあるマウスを動かすと動かす対象物の左右への移動はマウスと同じように動くが、上下は反転して動くようになっている。実験は5回繰り返される。その5回は始点と終点が固定され、ランダム性がない。実験の条件としてゴール以外の緑点を通過すると赤点に変化するようになっており、全部が赤点の状態ではゴールしないと次の試行に移らないようになっている。

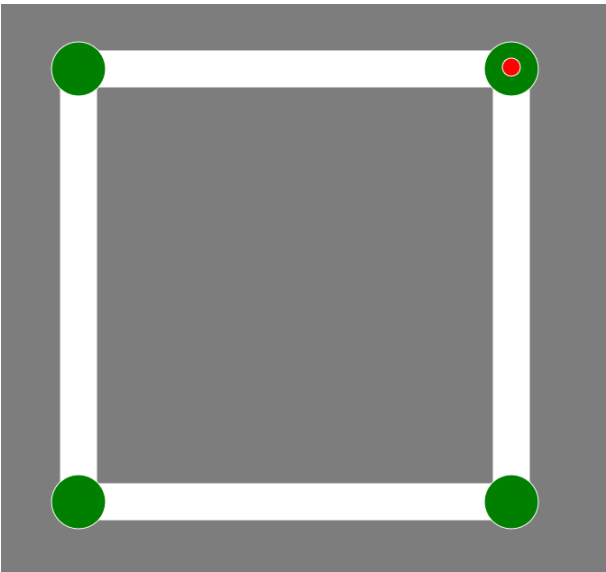


図 5：四角をなぞる実験の実行中画面

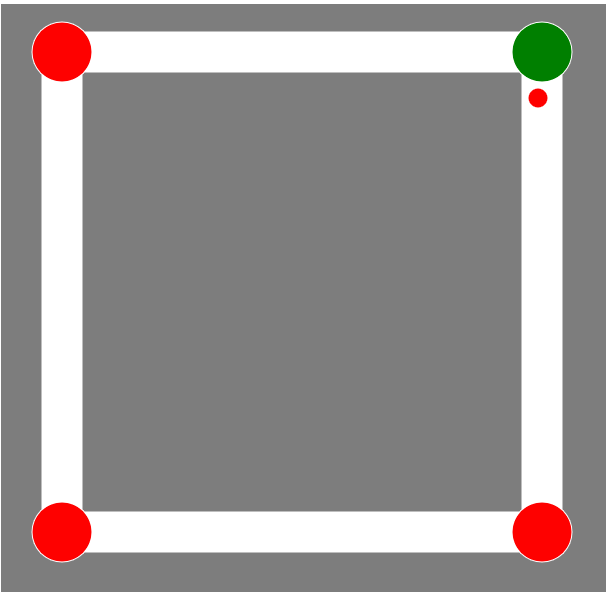


図 6：ゴール手前

図 5, 図 6 で示しているような条件のもと実験を行なっていく。

4 データ

5 回の繰り返しの試行を 1 回とカウントし、1 回 1 セット、2 回 1 セット、3 回 1 セットの 3 種類のデータを取得した。1 回 1 セットは 3 人分、2 回 1 セットのデータ、3 回 1 セットはそれぞれ 1 人分のデータを取得した。

4.1 1 回 1 セットのデータ

149	183	201	194	195
130	110	175	181	165
19	73	26	13	30
87.24832	60.10929	87.06468	93.29897	84.61538
True	True	True	True	True
True	True	True	True	True

図 7：データ

53	47	47	53	45
35	44	47	43	40
18	3	0	10	5
66.03774	93.61702	100	81.13208	88.88889
True	True	True	True	True
True	True	True	True	True

図 8：データ

295	141	153	43	55
208	90	83	23	38
87	51	70	20	17
70.50847	63.82979	54.24837	53.48837	69.09091
True	True	True	True	True
True	True	True	True	True

図 9：データ

図 7, 図 8, 図 9 はそれぞれ 1 回 1 セットのデータである。それぞれを見てもらうとわかるが、これだけでは習熟しているかどうかはわかりづらい。

4.2 2 回 1 セットのデータ

1回目	316	298	205	279	242		
	266	229	133	244	186		
	50	69	72	35	56		1回目の試行の平均値
	84.17722	76.84564	64.87805	87.4552	76.8595		78.04312056
	True	True	True	True	True		
	True	True	True	True	True		

図 10：データ

2回目	197	232	270	228	235		
	172	209	249	222	166		
	25	23	21	6	69		2回目の試行の平均値
	87.30964	90.08621	92.22222	97.36842	70.6383		87.52495854
	True	True	True	True	True		
	True	True	True	True	True		

図 11：データ

図 10 は 2 回 1 セットのデータの 1 回目、図 11 は 2 回目のデータである。それぞれを見てもらうと図 10 の平均値より図 11 の平均値の方が高いため習熟しているといえる。1 回 1 セットのデータの取り方よりもこっちの方が習熟しているかどうかはわかりやすい。

4.3 3 回 1 セットのデータ

	198	234	210	292	200		
	164	214	175	272	194		
	34	20	35	20	6		1回目の平均値
	82.82828	91.45299	83.33333	93.15068	97		89.55305851
1回目	True	True	True	True	True		
	True	True	True	True	True		

図 12：データ

	175	242	214	191	197		
	161	209	183	182	197		
	14	33	31	9	0		2回目の平均値
	92	86.36364	85.51402	95.28796	100		91.83312263
2回目	True	True	True	True	True		
	True	True	True	True	True		

図 13：データ

	186	171	221	140	153		
	157	160	221	138	124		
	29	11	0	2	29		3回目の平均値
	84.4086	93.56725	100	98.57143	81.04575		91.51860676
3回目	True	True	True	True	True		
	True	True	True	True	True		

図 14：データ

図 12 は 3 回 1 セットのデータの 1 回目、図 13 は 2 回目のデータ、図 14 は 3 回目のデータである。それぞれを見てもらうと図 12 の平均値より図 13, 図 14 の平均値の方が高いため習熟しているといえる。1 回 1 セットのデータの取り方よりもこっちの方が習熟しているかどうかはわかりやすい。

4.4 まとめ

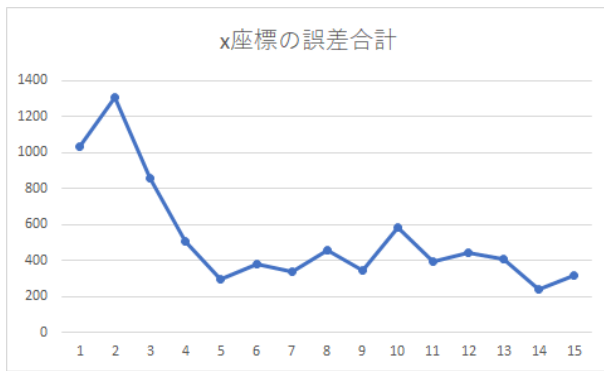


図 15：データ



図 16：データ

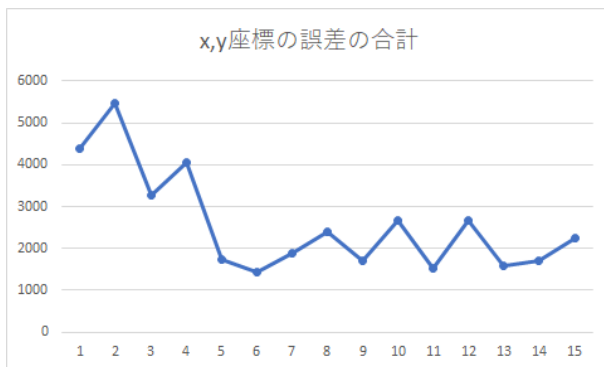


図 17：データ

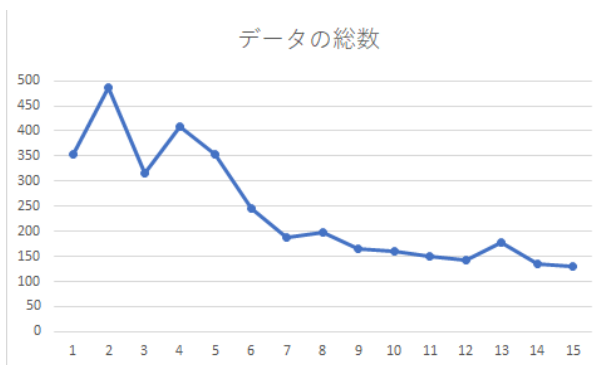


図 18：データ

それぞれのデータを取得した。しかし、データを見てもらえば分かるのだが、これだけでは習熟しているかどうか分かりづらい気がする。原因としては、今回は「True」「False」の値を考慮しているだけのためだと考えている。そのため、今後はこの2値だけでなく、データの個数や線からの誤差なども考慮しないといけないのではないかと考える。

5 おわりに

実験が完成し、データを取得した。今後は研究室の人たちに協力してもらい、データを取得していく段階である。また、理論の方からのアプローチをしていく

参考文献

- [1] 武藤ゆみ子, 小宮山摂, 武藤剛: 運筆動作における視線の役割; ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.16, No.3, 2014
- [2] 助宮治: 運筆動作における視線の役割ー視線とペン先の位置関係の時間変化ー
- [3] 阪口豊: 内部モデルの信頼度に基づく運動計画のアルゴリズム; 電子情報通信学会論文誌, J-79-D-II, No.2, 1996
- [4] 瀧山健: 運動学習の統一理論モデル-運動学習における誤差の予測の重要性-; 日本神経回路学会誌, Vol.23, No.1, 2016
- [5] <http://www.s12600.net/psy/python/ppb/html/chapter08.html>