

はじめに
なぞり運動と脳の
習熟
内部モデルによる
習熟メカニズム
まとめ

データサイエンスとは？

なぞり運動における脳の習熟メカニズム

大森 一輝

富山県立大学 情報基盤工学講座
t915015@st.pu-toyama.ac.jp

July 30, 2022

数理最適化

様々なデータを数学的に解析すること。データの中で最も最適な値を最適解という。

数理モデル

数式から最適解を求めるモデルを数理モデルという。数理モデルを使った世の中の仕組みは様々。

数式を用いてモデルを作り、様々なデータを解析することをデータサイエンスという。

$$\begin{aligned}
 & \frac{\frac{n!}{k! \cdot (n-k)!} + \frac{n!}{(k+1)! \cdot (n-(k+1))!}}{\frac{(k \choose k) a^k b^k n!}{(k+1) \cdot k! \cdot (n-k)!} + \frac{n! \cdot (n-k)!}{(k+1)! \cdot (n-k)!}} \\
 & \frac{\frac{(k+1) \cdot n!}{(k+1) \cdot k! \cdot (n-k)!} + b \left(\sum_{k=0}^n \frac{(n \choose k) a^k b^k n!}{(k!)^2 \cdot (n-k)!} \right)}{(k+1) \cdot n! + \sum_{k=0}^n \frac{(n \choose k) (k+1)! \cdot (n-k)!}{(k+1) \cdot n! + \sum_{k=0}^n (n \choose k) \cdot u_1^2}} V \\
 & \frac{(k+1) \cdot n!}{(k+1) \cdot n! + \sum_{k=0}^n (n \choose k) \cdot u_1^2} u_1^2 \\
 & \frac{\left(\frac{(k+1) \cdot n!}{(k+1) \cdot n! + \sum_{k=0}^n (n \choose k) \cdot u_1^2} \right) a^k b^k n!}{\left(\frac{(k+1) \cdot n!}{(k+1) \cdot n! + \sum_{k=0}^n (n \choose k) \cdot u_1^2} \right)^k} + P_1 + V_1 \\
 & \frac{(k+1) \cdot n!}{(k+1) \cdot n! + \sum_{k=0}^n (n \choose k) \cdot u_1^2} a^k b^k n! + b^{n+1} \\
 & \frac{(k+1) \cdot n!}{(k+1) \cdot n! + \sum_{k=0}^n (n \choose k) \cdot u_1^2} K = 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^5} \\
 & \frac{(n+1) T}{(n+1) \cdot (k+1) \cdot u_1^2} = \frac{273,15}{(n+1) \cdot (k+1) \cdot u_1^2}
 \end{aligned}$$

はじめに

なぞり運動と脳の習熟

内部モデルによる習熟メカニズム

まとめ

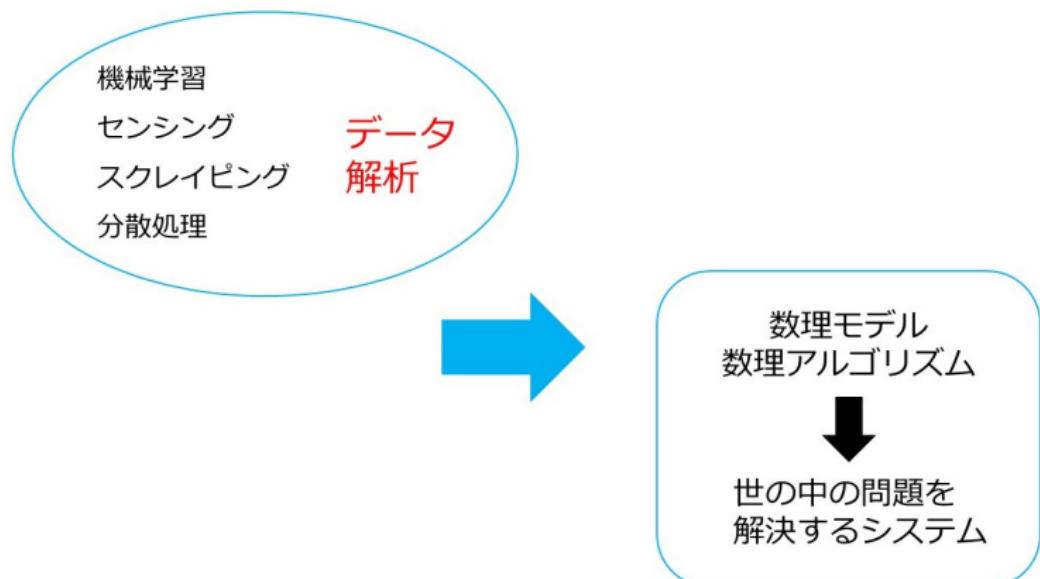
データサイエンスとは

機械学習…データを覚えさせて法則や規則から学習する手法.

センシング…センサデータを解析する.

スクレイピング…言語処理.

分散処理…複数の *PC* を用いて処理を行う手法.



知覚運動学習

- ・運動学習とは、「運動学習とは熟成した行動を作り出す能力における比較的永続した変化へと続く練習もしくは経験に関連する一連の過程」と定義されている。
- ・運動学習とは、どのように関節を動かせば効率良く運動ができるか、などといった知識を得ただけでは運動スキルを習得することはできなく、実際に効率良く運動させることができない限り"運動学習した"とはいっていいことがない。



自転車や車の運転も同じく運動学習。
乗り方を教わっても実際に乗らないとわからないよね。

はじめに

なぞり運動と脳の
習熟

内部モデルによる
習熟メカニズム

まとめ

なぞり運動

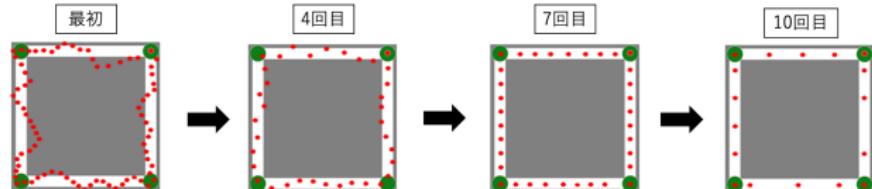
文字を書くことは

人間は文字を覚えるとき、見て覚えるより書いて覚える方が効率が良い。
それは人間は運動学習によって脳が学習するためである。

今回の実験

正方形や星形を 30 回なぞることでだんだん脳が学習していく様子を可視化する。

PsychoPy というソフトを使って心理実験を行う。



では、実験を *Try* しよう

はじめに

なぞり運動と脳の
習熟

内部モデルによる
習熟メカニズム

まとめ

今回の実験では脳の習熟を示す指標として「信頼度」を計算します。
この値が大きくなるほど学習が進んでいることを示します。
数式は難しいので割愛します。

条件付き確率密度関数は以下の式である。

$$p(\mathbf{x}|\mathbf{y}) = \frac{p(\mathbf{y}|\mathbf{x})p(\mathbf{x})}{p(\mathbf{y})} = \frac{p(\mathbf{xy})}{\int p(\mathbf{xy})dx}$$

ここで、 $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^{n \times 1}$: 状態ベクトル, $\mathbf{y} \in \mathbb{R}^{l \times 1}$: 観測ベクトルである。

$$\begin{aligned} p(\mathbf{x}) &= \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n |\mathbf{M}|}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}})^T \mathbf{M}^{-1} (\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}}) \right\} \\ p(\mathbf{y}|\mathbf{x}) &= \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^m |\mathbf{W}|}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (\mathbf{y} - (\mathbf{Cx} + \bar{\mathbf{w}}))^T \mathbf{W}^{-1} (\mathbf{y} - (\mathbf{Cx} + \bar{\mathbf{w}})) \right\} \\ p(\mathbf{y}) &= \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^m |\mathbf{W} + \mathbf{CMC}^T|}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (\mathbf{y} - \bar{\mathbf{y}})^T (\mathbf{W} + \mathbf{CMC}^T)^{-1} (\mathbf{y} - \bar{\mathbf{y}}) \right\} \end{aligned}$$

ここで、 $\bar{\mathbf{x}} \in \mathbb{R}^{n \times 1}$: \mathbf{x} の予測値, $\bar{\mathbf{y}} \in \mathbb{R}^{l \times 1}$: \mathbf{y} の予測値, $\bar{\mathbf{w}} \in \mathbb{R}^{p \times 1}$: 観測ノイズ,
 $\mathbf{W} \in \mathbb{R}^{n \times n}$: 共分散, $\mathbf{C} \in \mathbb{R}^{n \times p}$: 観測行列, $\mathbf{M} \in \mathbb{R}^{m \times m}$: 共分散行列である。

条件付き確率密度関数に内部モデルの信頼度 β を考慮すると

$$\begin{aligned} p(\mathbf{x}|\mathbf{y})^\beta &= \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n \left| \frac{\mathbf{P}}{\beta} \right|}} \exp \left[-\frac{1}{2} (\mathbf{x} - \mathbf{z})^T \left(\frac{\mathbf{P}}{\beta} \right)^{-1} (\mathbf{x} - \mathbf{z}) \right] \\ \mathbf{z} &= \bar{\mathbf{x}} + \mathbf{P} \mathbf{C}^T \mathbf{W}^{-1} (\mathbf{y} - \bar{\mathbf{y}}), \quad \beta = \frac{|\mathbf{P}_k|}{|\mathbf{P}|} \end{aligned}$$

はじめに

なぞり運動と脳の
習熟

内部モデルによる
習熟メカニズム
まとめ

実験結果

はじめに

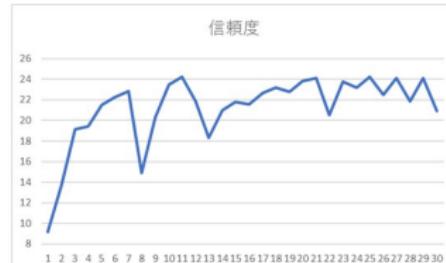
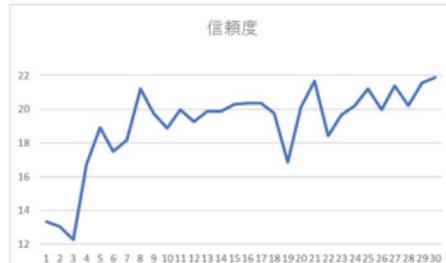
なぞり運動と脳の
習熟

内部モデルによる
習熟メカニズム

まとめ

結果と考察

回数を重ねるごとに信頼度が高くなつた。試行を重ねれば脳波運動学習によ
り習熟していくことがわかる。ある程度習熟するとデータはそこから安定す
ることもわかる。



まとめ

研究の内容

- ・知的運動学習を *PsychoPy* を用いて心理学実験を行った.
- ・なぞり書き運動の信頼度を算出し, 人間の習熟メカニズムを解明した.

IT 技術に欠かせないデータ処理.

その根幹がデータサイエンス.

それが AI 技術に繋がって世の中に広まっていく.

ぜひ自分の手で自分だけのオリジナル AI を作ってみては?



はじめに

なぞり運動と脳の
習熟

内部モデルによる
習熟メカニズム

まとめ