2.実験方法とその実施

2,1　実験の目的

習熟効果を測定、検証する実験として、健常な大学生４名を対象にアルファベットを記述する作業を繰り返しさせ、その作業時間の変化について検証することとした。

2.2実験の手順

本実験に用いた器具は、筆記用具、ストップウォッチ、記入用紙である。これらの器具を用い、アルファベットを１８０度回転させた２６種類の図形を、被験者の利き手と逆の手で記入するのに要した時間を記録した。具体的な手順は以下の通りである。

　・事前作業として、被験者には記入用紙にアルファベットを１８０度回転させた図形の見本を記入させた

　・被験者が見本を参考に２６種類の記号を記入することを1回の試行とし、これにかかった時間を計測した

　・以降、直前に記入した図形を見本として、記号を記入する試行を25回繰り返させたなお、本実験においては、正確な習熟効果の検証を試みるため、以下の点に注意した。

・習熟の退化が起こらないよう、記号の記入はできるだけ連続して行わせた

・25回の記入のうち、各記入の間に10秒間のインターバル（休憩）を取らせ

た

・被験者に記入時間の意図的なコントロールを行わないよう、また、実験を通じてできるだけ同じ品質の図形を記入するよう教示した

3.実験結果の分析

3.1実験結果

　4名の被験者に対する実験結果を表1に示す。

表1　実験結果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 試行回数 | 測定時間pi[s] | | | |
| 被験者A | 被験者B | 被験者C | 被験者D |
| 1 | 69 | 86 | 47 | 93 |
| 2 | 55 | 82 | 45 | 70 |
| 3 | 51 | 77 | 42 | 70 |
| 4 | 54 | 72 | 40 | 60 |
| 5 | 51 | 73 | 40 | 61 |
| 6 | 50 | 63 | 38 | 55 |
| 7 | 47 | 61 | 37 | 49 |
| 8 | 35 | 57 | 37 | 56 |
| 9 | 36 | 62 | 39 | 59 |
| 10 | 39 | 68 | 36 | 53 |
| 11 | 37 | 59 | 35 | 57 |
| 12 | 37 | 58 | 40 | 51 |
| 13 | 38 | 57 | 32 | 52 |
| 14 | 28 | 57 | 34 | 51 |
| 15 | 40 | 56 | 32 | 40 |
| 16 | 37 | 57 | 31 | 37 |
| 17 | 38 | 50 | 32 | 39 |
| 18 | 34 | 47 | 30 | 46 |
| 19 | 35 | 46 | 36 | 43 |
| 20 | 33 | 40 | 31 | 51 |
| 21 | 35 | 43 | 30 | 42 |
| 22 | 35 | 42 | 29 | 41 |
| 23 | 33 | 42 | 27 | 45 |
| 24 | 34 | 43 | 26 | 49 |
| 25 | 33 | 40 | 27 | 39 |

3.2　実験結果の分析

3.2.1　平均作業時間の算出

　実験の試行回数をとし、その作業時間をとすると、番目の試行までの平均作業時間は、次式で表せる。

(1)

式(1)を用いて算出した全被験者の平均作業時間を表2に示す。

表2　平均作業時間

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 試行回数 | 平均作業時間 [s] | | | |
|  | 被験者A | 被験者B | 被験者C | 被験者D |
| 1 | 69 | 86 | 47 | 93 |
| 2 | 62 | 84 | 46 | 81 |
| 3 | 58 | 81 | 44 | 77 |
| 4 | 57 | 79 | 43 | 73 |
| 5 | 56 | 78 | 42 | 70 |
| 6 | 55 | 75 | 42 | 68 |
| 7 | 53 | 73 | 41 | 65 |
| 8 | 51 | 71 | 40 | 64 |
| 9 | 49 | 70 | 40 | 63 |
| 10 | 48 | 70 | 40 | 62 |
| 11 | 47 | 69 | 39 | 62 |
| 12 | 46 | 68 | 39 | 61 |
| 13 | 46 | 67 | 39 | 60 |
| 14 | 44 | 66 | 38 | 59 |
| 15 | 44 | 65 | 38 | 58 |
| 16 | 44 | 65 | 37 | 57 |
| 17 | 43 | 64 | 37 | 56 |
| 18 | 43 | 63 | 37 | 55 |
| 19 | 42 | 62 | 37 | 54 |
| 20 | 42 | 61 | 36 | 54 |
| 21 | 41 | 60 | 36 | 54 |
| 22 | 41 | 59 | 36 | 53 |
| 23 | 41 | 58 | 35 | 53 |
| 24 | 40 | 58 | 35 | 52 |
| 25 | 40 | 57 | 34 | 52 |

3.2.2　データの対数化と相関係数の算出

実験の試行回数の対数を、平均作業時間の対数をとすると、次式で表せる。

(2)

(3)

式(2)(3)を用いて算出した全被験者の,を表3表4に示す。

表3　試行回数の対数

|  |  |
| --- | --- |
| 試行回数 | () |
| 1 | 0 |
| 2 | 0.693 |
| 3 | 1.098 |
| 4 | 1.386 |
| 5 | 1.609 |
| 6 | 1.791 |
| 7 | 1.945 |
| 8 | 2.079 |
| 9 | 2.197 |
| 10 | 2.302 |
| 11 | 2.397 |
| 12 | 2.484 |
| 13 | 2.564 |
| 14 | 2.639 |
| 15 | 2.708 |
| 16 | 2.772 |
| 17 | 2.833 |
| 18 | 2.890 |
| 19 | 2.944 |
| 20 | 2.995 |
| 21 | 3.044 |
| 22 | 3.091 |
| 23 | 3.135 |
| 24 | 3.178 |
| 25 | 3.218 |

表4　平均作業時間の対数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 試行回数 | () | | | |
| 被験者A | 被験者B | 被験者C | 被験者D |
| 1 | 4.234 | 4.454 | 3.850 | 4.532 |
| 2 | 4.127 | 4.430 | 3.828 | 4.400 |
| 3 | 4.066 | 4.402 | 3.799 | 4.352 |
| 4 | 4.047 | 4.372 | 3.772 | 4.293 |
| 5 | 4.025 | 4.356 | 3.756 | 4.259 |
| 6 | 4.007 | 4.324 | 3.737 | 4.221 |
| 7 | 3.986 | 4.296 | 3.720 | 4.180 |
| 8 | 3.941 | 4.267 | 3.707 | 4.162 |
| 9 | 3.907 | 4.253 | 3.702 | 4.153 |
| 10 | 3.885 | 4.249 | 3.691 | 4.136 |
| 11 | 3.863 | 4.235 | 3.679 | 4.128 |
| 12 | 3.844 | 4.221 | 3.680 | 4.113 |
| 13 | 3.830 | 4.209 | 3.665 | 4.102 |
| 14 | 3.801 | 4.198 | 3.656 | 4.090 |
| 15 | 3.794 | 4.187 | 3.644 | 4.068 |
| 16 | 3.784 | 4.179 | 3.632 | 4.045 |
| 17 | 3.776 | 4.165 | 3.623 | 4.026 |
| 18 | 3.763 | 4.150 | 3.612 | 4.016 |
| 19 | 3.753 | 4.135 | 3.610 | 4.004 |
| 20 | 3.742 | 4.11 | 3.602 | 4.000 |
| 21 | 3.734 | 4.103 | 3.594 | 3.989 |
| 22 | 3.726 | 4.089 | 3.584 | 3.978 |
| 23 | 3.717 | 4.076 | 3.573 | 3.971 |
| 24 | 3.710 | 4.064 | 3.562 | 3.968 |
| 25 | 3.702 | 4.052 | 3.553 | 3.958 |

さらにとの間にどの程度の直線関係があるのかを相関係数を用いて表す。相関係数はこれから平均作業時間を元に作成する習熟曲線の精度に関係する。なお、相関係数は、次式で表せる。

(4)

　式(4)を用いて算出した全被験者の相関係数を表5に示す。

表5　相関係数

|  |  |
| --- | --- |
| 被験者 | 相関係数 |
| A | -0.989 |
| B | -0.967 |
| C | -0.977 |
| D | -0.997 |

3.2.3　回帰式の算出

表5よりとの間に負の相関があると予測される。そこで、回帰式を算出する。すなわち、回帰直線の傾きと切片を算出する。なお、回帰直線の傾きと切片は、次式で表されます。

(5)

(6)

式(5)(6)を用いて算出した全被験者の回帰直線の傾きと切片を表6に示す。

表6　回帰直線の傾きと切片

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 被験者 | 傾き | 切片 |
| A | -0.174 | 4.275 |
| B | -0.135 | 4.538 |
| C | -0.097 | 3.899 |
| D | -0.178 | 4.539 |

3.2.4　理論値の算出

　回帰式から算出された結果を理論値とする。平均作業時間の対数の理論値と平均作業時間の理論値を算出する。とは次式で算出できる。

(7)

(8)

式 (7)(8)を用いて算出した全被験者の理論値を表7表8に示す。

表7　平均作業時間の対数の理論値

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 試行回数 |  | | | |
| 被験者A | 被験者B | 被験者C | 被験者D |
| 1 | 4.275 | 4.538 | 3.899 | 4.540 |
| 2 | 4.154 | 4.444 | 3.832 | 4.416 |
| 3 | 4.084 | 4.389 | 3.793 | 4.344 |
| 4 | 4.034 | 4.350 | 3.765 | 4.293 |
| 5 | 3.995 | 4.320 | 3.743 | 4.253 |
| 6 | 3.963 | 4.295 | 3.725 | 4.221 |
| 7 | 3.936 | 4.275 | 3.710 | 4.193 |
| 8 | 3.913 | 4.256 | 3.697 | 4.169 |
| 9 | 3.892 | 4.240 | 3.686 | 4.148 |
| 10 | 3.874 | 4.226 | 3.675 | 4.130 |
| 11 | 3.858 | 4.213 | 3.666 | 4.113 |
| 12 | 3.842 | 4.201 | 3.658 | 4.097 |
| 13 | 3.828 | 4.191 | 3.650 | 4.083 |
| 14 | 3.816 | 4.181 | 3.643 | 4.070 |
| 15 | 3.804 | 4.171 | 3.636 | 4.057 |
| 16 | 3.792 | 4.162 | 3.630 | 4.046 |
| 17 | 3.782 | 4.154 | 3.624 | 4.035 |
| 18 | 3.772 | 4.146 | 3.618 | 4.025 |
| 19 | 3.762 | 4.139 | 3.613 | 4.015 |
| 20 | 3.753 | 4.132 | 3.608 | 4.006 |
| 21 | 3.745 | 4.126 | 3.603 | 3.997 |
| 22 | 3.737 | 4.119 | 3.599 | 3.989 |
| 23 | 3.729 | 4.113 | 3.594 | 3.981 |
| 24 | 3.722 | 4.107 | 3.590 | 3.973 |
| 25 | 3.715 | 4.102 | 3.586 | 3.966 |

表8　平均作業時間の理論値

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 試行回数 |  | | | |
| 被験者A | 被験者B | 被験者C | 被験者D |
| 1 | 71.884 | 93.541 | 49.374 | 93.688 |
| 2 | 63.711 | 85.149 | 46.155 | 82.799 |
| 3 | 59.368 | 80.593 | 44.370 | 77.026 |
| 4 | 56.468 | 77.509 | 43.146 | 73.175 |
| 5 | 54.316 | 75.199 | 42.220 | 70.322 |
| 6 | 52.618 | 73.362 | 41.478 | 68.073 |
| 7 | 51.225 | 71.845 | 40.860 | 66.228 |
| 8 | 50.048 | 70.555 | 40.333 | 64.670 |
| 9 | 49.032 | 69.437 | 39.874 | 63.327 |
| 10 | 48.140 | 68.452 | 39.467 | 62.148 |
| 11 | 47.348 | 67.573 | 39.103 | 61.101 |
| 12 | 46.636 | 66.781 | 38.773 | 60.161 |
| 13 | 45.991 | 66.060 | 38.473 | 59.309 |
| 14 | 45.401 | 65.399 | 38.197 | 58.530 |
| 15 | 44.859 | 64.790 | 37.941 | 57.815 |
| 16 | 44.358 | 64.225 | 37.704 | 57.154 |
| 17 | 43.892 | 63.700 | 37.482 | 56.539 |
| 18 | 43.457 | 63.208 | 37.274 | 55.966 |
| 19 | 43.050 | 62.746 | 37.079 | 55.429 |
| 20 | 42.667 | 62.311 | 36.894 | 54.925 |
| 21 | 42.306 | 61.900 | 36.719 | 54.449 |
| 22 | 41.965 | 61.511 | 36.554 | 54.000 |
| 23 | 41.641 | 61.141 | 36.396 | 53.573 |
| 24 | 41.334 | 60.789 | 36.246 | 53.169 |
| 25 | 41.041 | 60.454 | 36.102 | 52.783 |

3.2.5　習熟係数と習熟率の算出

　習熟曲線を作るために習熟係数と習熟率を求める。習熟係数は回帰直線の傾きの絶対値を指しています。さらに、この習熟係数から習熟率を次式で表す。

　　　　　　　　　　 (9)

式(9)を用いて算出した全被験者の習熟係数と習熟率を表9に示す。

表9　習熟係数と習熟率

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 被験者 | 習熟係数α | 習熟率β |
| A | 0.174 | 0.886 |
| B | 0.136 | 0.910 |
| C | 0.097 | 0.935 |
| D | 0.178 | 0.884 |

3.3習熟に関する散布図の作成

3.2にまとめた情報より対数の散布図と習熟曲線を作成する。

グラフを作成するのはグラフから実験結果がどのように変化していったのかが視覚的にわかりやすいからである。

図1に平均作業時間の対数グラフを、図2に習熟曲線のグラフを描く

図1　平均作業時間の対数グラフ

図2　習熟曲線