# n組の測定データを直線 で近似する場合、偏差の二乗和が最小になるような係数とおよび相関係数を求める式を要約した導出過程とともに示しなさい。 次に、この結果を利用して、与えられたn組の測定データから式(1)の係数およびおよび相関係数を求めるプログラムを作成し、次の表の10組のデータ（負荷応力と伸びの関係）に対するおよびおよび相関係数の値を求めなさい。ただし、キーボードから名前を指定したファイルからデータを読み込み、結果を式(1)のように表示すること。

## 導出

偏差の二乗和は次のようにあらわされる。

これが最小になるように係数とを決定する。つまり、

## 測定データへの適用

表 1　負荷応力と伸びの関係

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| [N] | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 |
| [mm] | 0.12 | 0.23 | 0.36 | 0.46 | 0.58 | 0.68 | 0.83 | 0.92 | 1.04 | 1.15 |

# 例題7.6および7.8のプログラムを変更して、台形公式とシンプソンの1/3公式によって与えられた積分を数値的に求める1つのプログラムを作成し、分割数について次の数値積分を実行して、解析解との相対誤差を求め、分割数と誤差について考察しなさい。ただし、分割数は配列変数に初期化して与えること。また、解析解は、自分で求めて、プログラムに関数として定義して、その値を求めること。なお、解析解の導出過程も示すこと。

・解析解の導出過程

表 2　数値積分解と解析解の比較

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| div | trape | simps | true | rerr(tra) | rerr(sim) |
| 10 | 1.003696 | 1.000000 | 1.000000 | 0.369604 | 0.000027 |
| 30 | 1.000411 | 1.000000 | 1.000000 | 0.041078 | 0.000000 |
| 50 | 1.000148 | 1.000000 | 1.000000 | 0.014788 | 0.000000 |

・解析解の導出過程

表 3　数値積分解と解析解の比較

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| div | trape | simps | true | rerr(tra) | rerr(sim) |
| 10 | 1.098186 | 1.098612 | 1.098612 | -0.038834 | -0.000001 |
| 30 | 1.098565 | 1.098612 | 1.098612 | -0.004315 | 0.000000 |
| 50 | 1.098595 | 1.098612 | 1.098612 | -0.001553 | 0.000000 |

# 初期値問題の解を刻み幅h=1/4として、*x*=[0, 1]の区間でオイラー法および2次のルンゲクッタ法によって、手計算で求め、それぞれの解の誤差を解析解との相対誤差として求め、比較しなさい。ただし、解析解は自ら求め、その導出過程を示すこと。

## オイラー法

## 2次のルンゲクッタ法

## 解析解

与式を変形して、

まず、次の同次形微分方程式の一般解を求める。

次に、与式の特解を求める。

と仮定すると、

よって、

故に、与式の一般解は

ここで、だから、

よって、純解析解は

## 比較

表 4　各手法による解の比較

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *x* | *y* | *y1* | *y2* | *err* | *err2* |
| 0.00 | 0 | 0 | 0 |  |  |
| 0.25 | -0.03403 | -0.06250 | -0.03906 | 83.7 | 14.8 |
| 0.50 | -0.1487 | -0.2031 | -0.1631 | 36.6 | 9.66 |
| 0.75 | -0.3670 | -0.4414 | -0.3949 | 20.3 | 7.60 |
| 1.00 | -0.7183 | -0.8018 | -0.7632 | 11.6 | 6.26 |

# クランクニコルソン法による熱伝導方程式の数値解法用プログラム「プログラム例2-9A」を変更し、「計算工学2プリント(7)」の式(9.12)～(9.14)で記述される熱伝導問題を問題2-80と同じ条件で解き、グラフ化しなさい。この結果と陽差分公式による「プログラム例2-8」で解いてグラフ化した結果と比較して、論じなさい。

# 「計算工学2プリント(9)」の例題9.2.1に示した波動方程式の差分方程式式(9.20)をexcelによる表計算によって解きなさい。ただし、式(9.25)および(9.25)に示された境界条件に注意すること。この結果(c=9.0)とcの値をc=1.0、4.0と変化させた場合の解を求め、c=1.0、4.0、9.0に対する買いを3次元グラフとして示し、それらの結果を比較して論じなさい。

図 1　c=1.0

図 2 c=4.0

図 3 c=9.0