

Instrukcja wykonania ćwiczenia 2 z metod obliczeniowych w nauce i technice

1. Ćwiczenie jest poświęcone badaniu zależności błędu metody elementów skończonych od liczby stopni swobody dla różnych rozwiązań i sposobów zagęszczania siatki: równomiernego oraz adaptacyjnego (tzn. z dzieleniem lub podwyższaniem stopnia p tylko elementów z największym błędem).

Wspomnianą zależność przedstawia się za pomocą wykresu, w którym na osi poziomej odznacza się \log_{10} z liczby stopni swobody, a na osi pionowej \log_{10} z błędu.

Wykres taki nazywa się wykresem zbieżności.

2. Należy wykonać ćw2 posługując się tematem podanym w pliku cw2.pdf (cw2_nst.pdf) oraz programem i danymi zawartymi w pliku cw2_dir.tgz.
3. Program należy wykonywać pod linuxem (fedora, debian, centos itp).
4. Indywidualne dane do zadań A, B, (C) należy wziąć z pliku cw2_dane_sta (cw2_dane_nst).
5. Należy wypróbować pracę z programem wg poniższego README:

```
export UNAME=nazwisko
```

```
cd data_1D (lub data_2D)
```

```
../a.out
```

deck (musi to być napisane bezbłędnie!)

Pojawi się menu, należy wypróbować poszczególne opcje. Ich znaczenie jest opisane na 2-ej stronie tematu.

6. Znaczenie terminów użytych w temacie jest następujące:

- Zbieżność – szybkość zmniejszania się błędu wraz ze wzrostem liczby stopni swobody oznaczanej jako $ndof$.
- Stopień zbieżności – parametr r w relacji błędu i liczby stopni swobody $ndof$:

$$\text{błąd} \approx C \cdot ndof^{-r} \quad \Longleftrightarrow \quad \underbrace{\log \text{błąd}}_y \approx \underbrace{\log C}_b - r \underbrace{\log ndof}_x$$
$$y \approx b - r \cdot x$$

Widać stąd, że stopień zbieżności r znajdujemy tworząc wykres zależności błęd(ndof) w skali logarytmicznej jako współczynnik nachylenia otrzymanej prostej.

- Otrzymanie wykresu zbieżności sprowadza się do rozwiązania zadania na kilku (np. 5-6) siatkach o coraz mniejszych elementach lub wyższym stopniu p .

- W zad.1 działamy na siatkach równomiernych wg następującego schematu komend:
 - (a) **mesh** – wejdź do opcji mesh
 - (b) **enrich,global,order=p**, gdzie p to wymagany stopień aproksymacji 1,2,3
 - (c) **plot** – zobacz siatkę (okna nie gasić! za pierwszym razem **plot** powtórzyć)
 - (d) **end** – wróć do menu głównego
 - (e) **solve** – rozwiąż zadanie
 - (f) **profile=1** – wyświetl rozwiązanie
 - (g) **errest** – wyświetl błąd i ndof i ich logarytmy; należy zanotować $\log_{10}(\text{ndof})$ oraz H1: $\log_{10}(\text{błąd})$ do wykonania wykresu zbieżności. Przykładowy wydruk (czerwone pozycje należy odnotować):

```

TOTAL NDOF = 11 log10 = 0.1041E + 01
TOTAL ERRORS :
L2 : 0.4325E - 01 log10 = -.1364E + 01
H1 : 0.1207E + 01 log10 = 0.8166E - 01
MAX : 0.4252E + 00 log10 = -.3714E + 00

```

- (h) **mesh** – wejdź do opcji mesh
 - (i) **refine, global** – podziel wszystkie elementy
 - (j) **plot** – zobacz siatkę
 - (k) **end** – wyjdź do menu głównego
 - (l) skocz do (e); wykonaj taką pętlę 4-5 razy, aby otrzymać dane do wykresu
- W zad.2 działamy bardzo podobnie jak w zad.1. Jedyna różnica polega na tym, że aby podzielić elementy nie wchodzimy do opcji **mesh**, lecz wykonujemy kolejno komendy: **errest** i **adapth**. To dzieli tylko elementy z największym błędem. Na każdym etapie możemy oglądać rozwiązanie oraz siatkę.
 - Do wyświetlania rozwiązania zadania 2-wymiarowego C (nst B) opcję "profile=1" zastępujemy przez **twodim** lub **tridim** (co rysuje mapę lub 3D perspektywę).

7. Dane zadań 1-wymiarowych A,B (nst: A) znajdują się w katalogu data.1D.

Dane zadania 2-wymiarowego C (nst: B) w katalogu data.2D. Dane te należy wprowadzić w pliku data.1D/decks/deck.com (zad. 1D) lub data.2D/decks/deck.com (zad. 2D). W drugiej części tych plików jest umieszczone wiele zadań przykładowych, z których wszystkie poza jednym są wykomentowane znakiem #, a tylko jedno jest pozostawione aktywne między dwoma znakami procentu.

Studenci stacjonarni jako zadanie B rozwiązują zadanie zatytułowane:

#SINGULARITY: $X^{**}A + (1-x)^{**}B$

Dla zad.4 należy samodzielnie zapisać w pliku data_1D/decks/deck.com rozwiązanie w postaci wielomianu 4-tego stopnia biorąc za wzór przykłady wielomianów podane na początku. Należy koniecznie użyć nawiasów dla wymuszenia kolejności działań.

8. W razie kłopotów z wykonaniem ćwiczenia, proszę pytać (najlepiej, gdyby pytała 1 osoba w imieniu wszystkich) . Wówczas uzupełnię niniejszą informację .
9. Powodzenia!