

Potencialno korito

Elektrostaticno polje. Metoda koncnih diferenc.

Vhodni podatki

Koordinatni sistem izberimo tako, da presek korita lezi v xy ravnini. Koordinatno izhodišce naj je v levem spodnjem vogalu korita.

Sirina in visina korita.

$$a = 2;$$

$$b = 1;$$

Napetost med pokrovom in spodnjim delom korita.

$$U = 1;$$

Mreza vozlov

Mrezo vozlov moramo izbrati tako, da sovpada z robovi preseka korita.

Stevilo vozlov in korak mreze

Na zacetku, dokler razvijamo programsko kodo, se splaca namenoma izbrati premajhno stevilo vozlov (oz. gostoto mreze), da je lažje preverjati vmesne rezultate. Ko pa je koda že izpiljena, preden zazenemo resen izracun polja je treba povecati stevilo vozlov.

Stevilo vozlov v horizontalni smeri.

$$n = ? ;$$

Stevilo vozlov v vertikalni smeri.

$$m = ? ;$$

Korak mreze (razdalja med vozli) v horizontalni smeri.

$$h_x = \frac{a}{n - 1}$$

Korak mreze (razdalja med vozli) v vertikalni smeri.

$$h_y = ?$$

Stevilo vseh vozlov mreze.

$$nm = n m$$

Indeksiranje vozlov, določanje vrstice ter stolca vozla v mrezi in določanje pozicije vozla v mrezi

Vozle indeksirajmo tako, da zacnemo v spodnjem levem vogalu korita, potem nadaljujemo proti

desni, ko pridemo na desni rob korita, se premaknemo na levo krajisce naslednje (zgornje) vrstice itn.

```
vrst = Table[Quotient[k - 1, n] + 1, {k, nm}];
```

```
stol = ? ;
```

Kje se nahajajo posamezni vozli? Na kaksni izmed stranic, v kaksnem vogalu ali v notranjosti mreze vozlov? Indeksiranje vogalov in stranic mreze vozlov: vogale in stranice zacnimo steti spodaj levo ter nadaljujmo v matemacni pozitivni smeri (nasprotno od smeri vrtenja urinega kazalca). Npr. drugo stranico oznacimo s "S2", tretji vogal z "V3", notranjost mreze pa z "N".

```
pozic = Table[Which[
  k == 1, "V1", k == n, "V2", k == nm, "?", ?, "V4",
  (vrst[[k]] == 1) ^ (1 < stol[[k]] < n), "S1",
  (? ) ^ (1 < vrst[[k]] < m), "S2",
  ?, "S3",
  (stol[[k]] == 1) ^ (?), "?",
  True, "N"], {k, nm}];
```

Dolocanje indeksov sosednjih vozlov

Z 'A' oznacimo desnega sosedu, z 'B' levega, s 'C' zgornjega in z 'D' spodnjega. Ce nek vozec nima kaksnega sosedu, potem temu manjkajoceemu sosedu priredimo indeks 0.

Indeksi desnih sosedov (vozli na stranici "S2" ter vogalih "V2" in "V3" nimajo desnih sosedov).

```
kA = Table[If[MemberQ[{"V2", "S2", "V3"}, pozic[[k]]], 0, k + 1], {k, nm}];
```

Indeksi levih sosedov (vozli na stranici "S4" ter vogalih "V1" in "V4" nimajo levih sosedov).

```
kB = Table[If[MemberQ[{"V1", "V4", "S4"}, pozic[[k]]], ?, ?], {k, nm}];
```

Indeksi zgornjih sosedov (vozli na stranici "S3" ter vogalih "V3" in "V4" nimajo zgornjih sosedov).

```
kC = Table[If[MemberQ[{}], pozic[[k]], ?, k + n], {k, ?}];
```

Indeksi spodnjih sosedov (vozli na stranici "S1" ter vogalih "V1" in "V2" nimajo spodnjih sosedov).

```
kD = ? ;
```

Koordinate vozlov mreze.

Tabeli vrednosti x ter y koordinat vozlov mreze.

```
X = Table[(stol[[k]] - 1) hx, {k, nm}];
```

```
Y = ? ;
```

Sistem enacb za elektricne potenciale vozlov

Formiranje redke matrike koeficientov potencialov vozlov

Tabela nenicelnih koeficientov potencialov vozlov in njih pozicij (vrstic in stolpcev) v sistemu enacb. Posamezne vrstice te tabele ustrezajo posameznim enacbam v sistemu, elementi v vrstici pa so oblike: (vrstica, stolpec) → koeficient.

```

MatKoeff = Table[If[pozic[[k]] == "N",
  {{k, k} → 2 (hy / hx + hx / hy), {k, kA[[k]]} → -hy / hx,
  {k, kB[[k]]} → ?, {k, kC[[k]]} → -hx / hy, {?, ?} → ?}, {{k, k} → ?}
],
{k,
 nm}];

```

'Sploscimo' to tabelo, tako da vse elemente razvrstimo vzdolž ene same vrstice.

```
VekKoeff = Flatten[MatKoeff];
```

Tako dobljen vektor (enovrstično matriko) označimo kot redko matriko koeficientov.

```
RedkaMat = SparseArray[VekKoeff]
```

- Vektor znanih vrednosti oz. desnih strani sistema enačb.

```

VekZn = Table[If[(pozic[[k]] == "V3") ∨
  (pozic[[k]] == "S3") ∨ (pozic[[k]] == "V4"), u, ?], {k, ?}];

```

- Potenciali vozlov (resitev sistema).

```
V = LinearSolve[RedkaMat, ?];
```

Preverite, ali se te numericno izračunane vrednosti potenciala ujemajo z analitično izračunanimi.

Vektor električne poljske jakosti v vozlih mreže

Vrednosti x in y komponente vektorja električne poljske jakosti v vozlih mreže.

```

Ex = Table[Which[
  kA[[k]] == 0, (V[[kB[[k]]]] - V[[k]]) / hx,
  kB[[k]] == 0, (V[[k]] - V[[kA[[k]]]]) / hx,
  True, (V[[kB[[k]]]] - V[[kA[[k]]]]) / (2 hx)
], {k, ?}];

```

```
Ey = ?;
```

Absolutne vrednosti vektorja električne poljske jakosti v vozlih mreže.

```
absE = Table[?, {k, nm}];
```

Preverite, ali se te numericno izračunane vrednosti vektorja električne poljske jakosti ujemajo z analitično izračunanimi.

Razmislite, kako bi dolocili polje v poljubni točki (znotraj korita), ki ni nujno kaksen izmed vozlov mreže.

Risanje polja

Ekvipotencialke električnega potenciala

Matrika koordinat ter potencialov vozlov.

```
MatXYV = Table[{X[[k]], Y[[k]], V[[k]]}, {k, nm}];
```

Število ekvipotencialk.

```
StevEkvip = ? ;
```

Vrednosti potenciala na ekvipotencialkah, ki jih bomo narisali. Razlika teh vrednosti naj je pri katerihkoli dveh sosednjih ekvipotencialkah enaka.

```
VrednEkvip = Table[(iEkvip)  $\frac{U}{\text{StevEkvip} + 1}$ , {iEkvip, StevEkvip}]
```

Risanje ekvipotencialk

Prvi poskus.

```
ListContourPlot[MatXYV, Contours -> N[VrednEkvip]]
```

Izenacimo merili na horizontalni in vertikalni osi diagrama ter odstranimo (barvno) sencenje med konturami ekvipotencialk.

```
ekvip = ListContourPlot[MatXYV,
  Contours -> N[VrednEkvip], ContourShading -> False, AspectRatio ->  $\frac{b}{a}$ ]
```

- Nekoliko povečajmo to sliko ekvipotencialk, dorisimo se rob preseka korita ter oznacimo osi diagrama.

Rob preseka korita, ki ga bomo dorisali na sliko polja.

```
SpodnjiDelKorita = Line[{{0, b}, {0, 0}, {a, 0}, {a, b}}];
```

```
Pokrov = ? ;
```

```
RobKorita = Graphics[{AbsoluteThickness[2],
  {RGBColor[0, 0, 1], SpodnjiDelKorita}, RGBColor[1, 0, 0], Pokrov}];
```

Slika ekvipotencialk z dorisanim robom preseka korita in oznakami za x ter y os.

```
Show[{ekvip, RobKorita}, FrameLabel -> {"x/m", "y/m", "", ""},
  BaseStyle -> {FontFamily -> "Times", FontSize -> 14}, ImageSize -> ?]
```

Preverite, ali se ta slika numericno določenega polja ujema s sliko analitico izracunanega.

Razmislite, kako bi narisali gostotnice vektorskega polja elektricne poljske jakosti znotraj korita.

Shranjevanje resitve

Ko izracuni trajajo daljsi cas, nam pride zelo prav, da resitev shranimo in jo lahko pozneje preberemo in uporabimo, ne da bi ponovno zaganjali izracune.

Preverimo, v kateri direktorij (mapo) bo shranjena resitev (z ukazom `setDirectory` ga lahko spremenimo).

```
Directory[]
```

Shranimo celoten izracun.

```
DumpSave["PotencialnoKorito.mx", "Global`"];
```

Shranjeno resitev lahko naknadno preberemo takole:

```
<< PotencialnoKorito.mx
```