

GENERALITÀ SUI METODI NUMERICI

10

1

1. COMPONENTI DI UN METODO NUMERICO COMPUTAZIONALE

1.1) Modello Matematico → costituito dal set di PDE da risolvere + B.C. + I.C.

Bisogna ovviamente sapere se il problema fluidodinamico che si vuole risolvere è 2D o 3D, laminare o turbolento, comprimibile o incomprimibile, viscido o inviscido, reattivo o non-reattivo, etc.

1.2) Metodo di Discretizzazione → rappresenta le derivate delle PDE in forma discreta in punti dello spazio ed istanti nel tempo discreti

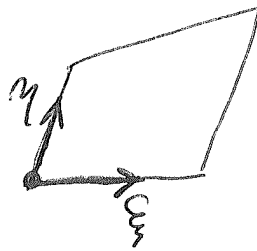
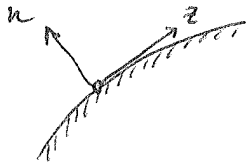
Tra i metodi di discretizzazione più diffusi, ricordiamo: Differenze Finite (FD), Volumi Finiti (FV) ed Elementi Finiti (FE). Un metodo altrettanto diffuso è il Metodo Spettrale che rappresenta le derivate nello spazio di Fourier e non in quello fisico, consentendo notevole accuratezza e precisione di calcolo.

1.3) Sistema di Coordinate e Griglia Computazionale → definire la posizione nello spazio e nel tempo dei punti/istanti discreti

di quali si discretizzano (2
le derivate

Il sistema di riferimento per definire le coordinate dei punti nello spazio va scelto in base alla geometria del dominio computazionale (Cartesiano, cilindrico, sferico, curvilineo ortogonale, curvilineo non-ortogonale, etc.)

↳ segue la forma del contorno

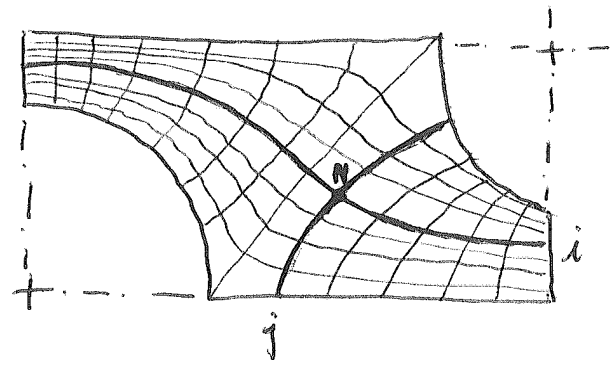


Tipologie di Griglia Computazionale:

• GRIGLIE STRUTTURATE (o REGOLARI)

Queste griglie sono costituite da famiglie di linee che non intersecano mai elementi della stessa famiglia ed intersecano una volta sola elementi di altre famiglie. Questa struttura regolare permette di numerare in maniera consecutiva ciascuna linea di ciascuna famiglia e di identificare ciascun punto intercettato da due linee (PUNTO GRIGLIA) tramite indici (i, j) in 2D ed (i, j, k) in 3D.

Esempio : griglia del flusso in cavità 2D
 griglia del flusso in canale 3D
 griglia per flusso attraverso un array di tubi

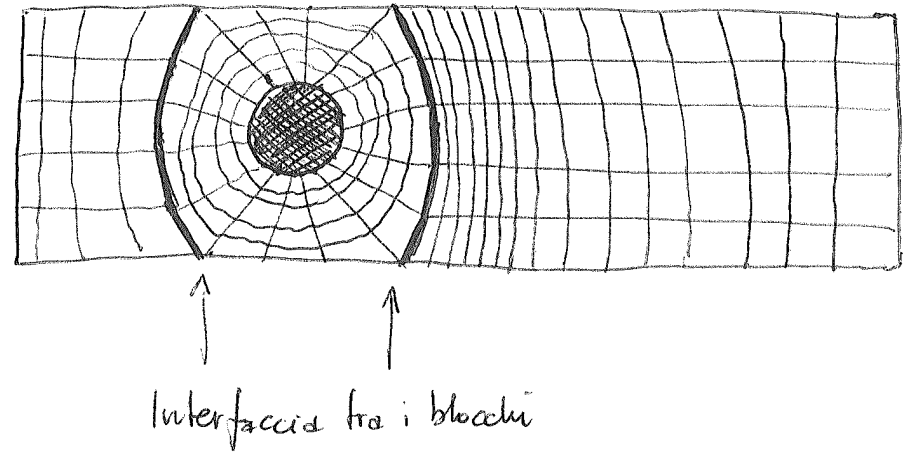


- VANTAGGI :
- semplice
 - facile programmare su tali griglie
- SVANTAGGI :
- uso limitato a geometrie di forme semplici

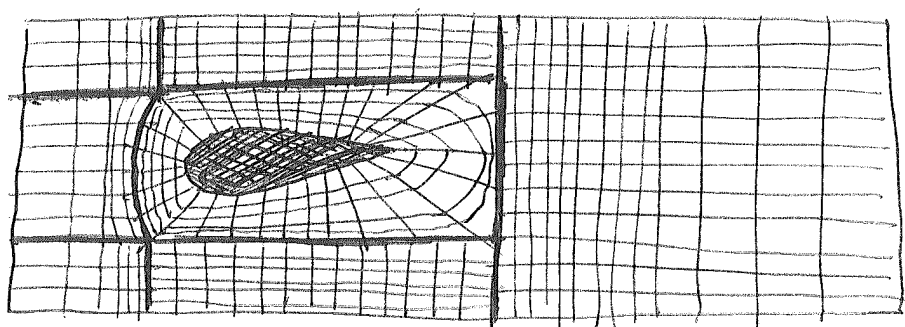
• GRIGLIA STRUTTURATA A BLOCCHI

Questa griglia prevede la scomposizione del dominio di calcolo in sottodomini all'interno dei quali lo spazio viene discretizzato tramite griglia strutturata

Esempio :



Griglia strutturata a blocchi 2D con matching interface



Griglia strutturata a blocchi 2D con unmatched interfaces

VANTAGGI :

- flessibilità (posso usare griglie più raffinate nelle regioni di flusso dove è richiesta maggior risoluzione - tipicamente ciò accade dove si manifestano elevati gradienti - e minor risoluzione nelle regioni di flusso dove è richiesta/consentita minor risoluzione)
- applicabilità a geometrie più complesse

SVANTAGGI :

- difficoltà di programmazione su tali griglie

NOTA : I blocchi della griglia possono sia sovrapporsi che non-sovrapporsi. Nel primo caso la griglia è detta COMPOSITA (o CHIRERA GRID) e le B.C. per un blocco si ricavano tramite interpolazione ai nodi del blocco cui si sovrappone.

VANTAGGI :

- applicabilità a geometrie molto complicate, che possono essere così partite facilmente

SVANTAGGI :

- diventa complicato garantire la conservazione di masse, p.d.m. etc...

• GRIGLIE NON STRUTTURATE

Sono griglie che possono discretizzare domini computazionali molto arbitrariamente complessi e che si adattano bene

15
ad essere utilizzate in combinazione con metodi FV o FE. Gli elementi di tali griglie (CELLE COMPUTAZIONALI) possono avere forma poliedrica: triangoli e/o quadrilateri in 2D, tetraedri e/o esaedri e/o piramidi in 3D. Non c'è ovviamente limitazione al numero di nodi che compongono la griglia, ma tali nodi non sono più localizzabili tramite indici: quindi la posizione di ciascun nodo e la sua connessione coi nodi adiacenti deve essere tenuta in memoria esplicitamente.

Sono le griglie utilizzate dai codici commerciali, che dispongono di meshatori automatici:

VANTAGGI:

- flessibilità (facile raffinare la griglia dove serve)
- applicabilità a griglie e domini computazionali molto complessi

SVANTAGGI:

- irregolarità della griglia

1.4) Ordine di Accuratezza dell'Approssimazione

→ definisce l'accuratezza con cui si discretizzano le derivate

1.5) Metodo di Integrazione Temporale

16

→ serve per risolvere la derivata temporale

Se il flusso è non-stazionario il metodo di integrazione viene scelto fra quelli tipicamente usati per i cosiddetti INITIAL VALUE PROBLEMS

(Problemi a Valore Iniziale) per ODE, che ad ogni time step richiedono essenzialmente di risolvere un'equaz. di tipo ellittico.

1.6) Criterio di convergenza → stabilisce quando fermare la simulazione.