Introduciamo altri concetti chiave:

* Un autovalore di una matrice è un numero scalare che rappresenta come un'operazione lineare (rappresentata dalla matrice) allunga o comprime un vettore.
* Un autovettore è il vettore associato a un determinato autovalore.

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, algebra

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere

Descrizione generata automaticamente

In termini più semplici, gli autovalori e gli autovettori forniscono informazioni su come una trasformazione lineare cambia o scala i vettori. Gli autovalori possono essere reali o complessi, e una matrice può avere più di un autovalore e più di un autovettore associato ad ogni autovalore. Gli autovettori associati allo stesso autovalore possono essere linearmente indipendenti, costituendo una base per lo spazio degli autovettori.

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Introduciamo due precisazioni:

1. Autovalori di Matrici Triangolari

Una matrice triangolare è una matrice in cui tutti gli elementi al di sopra o al di sotto della diagonale principale sono nulli. Le matrici triangolari possono essere superiori (tutti gli elementi sotto la diagonale sono nulli) o inferiori (tutti gli elementi sopra la diagonale sono nulli).

Per le matrici triangolari, gli autovalori corrispondono agli elementi diagonali. In altre parole, gli autovalori di una matrice triangolare sono gli elementi che si trovano sulla diagonale principale.

1. Autovalori di Matrici Diagonali

Una matrice diagonale è una matrice triangolare sia superiore che inferiore, in cui tutti gli elementi al di sopra e al di sotto della diagonale principale sono nulli. In altre parole, tutti gli elementi non diagonali sono nulli.

Per le matrici diagonali, gli autovalori corrispondono direttamente agli elementi diagonali. Gli autovalori di una matrice diagonale sono gli elementi che si trovano sulla diagonale principale. Inoltre, gli autovettori associati agli autovalori sono gli autovettori che hanno componenti non nulle solo nella posizione corrispondente all'autovalore.

Nelle matrici diagonali, gli autovettori non cambiano direzione quando vengono moltiplicati per la matrice stessa, poiché ciascun componente dell'autovettore è scalato solo per l'autovalore corrispondente. Questo rende gli autovalori e gli autovettori delle matrici diagonali particolarmente semplici da calcolare e comprendere.

A proposito di autovalori, definiamo ora:

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Le molteplicità algebriche e geometriche possono essere uguali o diverse per un autovalore. Ecco alcuni scenari possibili:

1. Molteplicità Algebrica = Molteplicità Geometrica
   1. In questo caso, ci sono abbastanza autovettori linearmente indipendenti per riempire tutto lo spazio degli autovettori associati all'autovalore.
2. Molteplicità Algebrica > Molteplicità Geometrica
   1. Questo indica che l'autovalore ha più autovettori linearmente indipendenti di quanti ne siano necessari per formare lo spazio degli autovettori associati.
3. Molteplicità Algebrica < Molteplicità Geometrica
   1. Questo indica che ci sono meno autovettori linearmente indipendenti di quanti ne sarebbero necessari.

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, documento

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, algebra

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, calligrafia, numero

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, lettera

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, numero

Descrizione generata automaticamente

Date due matrici e , abbiamo che sono simili quando esiste non singolare (invertibile) tale che

Oppure anche:

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, calligrafia, Carattere, documento

Descrizione generata automaticamente

Possiamo definire inoltre la matrice diagonalizzabile, che è una matrice quadrata simile a una matrice diagonale. In altri termini una matrice A è diagonalizzabile se esiste una matrice invertibile P tale che PD=AP, dove D è una matrice diagonale dello stesso ordine di A.

Immagine che contiene testo, calligrafia, Carattere, linea

Descrizione generata automaticamente

oppure anche:

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Il teorema di diagonalizzabilità stabilisce le condizioni sotto le quali una matrice può essere diagonalizzata. In particolare, il teorema afferma che una matrice quadrata è diagonalizzabile se e solo se ha autovettori linearmente indipendenti, dove è la dimensione della matrice.

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, numero

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, linea, algebra

Descrizione generata automaticamente

Prima di introdurre le matrici diagonalizzabili, occorre necessariamente parlare di:

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Lo spettro di una matrice è un concetto importante nell'ambito della teoria delle matrici e dell'analisi lineare. Si riferisce all'insieme dei valori propri (autovalori) della matrice.

Gli autovalori di una matrice sono numeri scalari che, quando moltiplicati per un vettore, danno un vettore parallelo a quello iniziale, in altre parole, non cambiano la sua direzione, ma possono solo scalare il vettore. Lo spettro di una matrice può essere visto come una generalizzazione dei concetti di radici di un polinomio alle matrici.

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Il Teorema Spettrale versione additiva riguarda le matrici simmetriche e stabilisce che ogni matrice simmetrica reale può essere diagonalizzata da una matrice di autovettori ortogonali.

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, calligrafia, Carattere, diagramma

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, linea

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, calligrafia, schermata

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, numero, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, linea

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, documento

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, numero

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, algebra

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, numero

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, diagramma

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, numero

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, calligrafia, schermata

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, diagramma

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, linea

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, linea

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, numero

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene Carattere, tipografia, bianco, calligrafia

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, diagramma, Carattere, linea

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, diagramma, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, diagramma

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Per 2 poniamo e

Usiamo le formule:

Immagine che contiene testo, schermata, diagramma, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, diagramma

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, diagramma, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, linea, schermata

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, diagramma, schermata

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, diagramma, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, diagramma

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, tipografia

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene Carattere, testo, linea, tipografia

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, design

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, design

Descrizione generata automaticamente



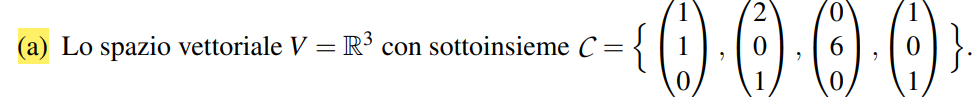


Immagine che contiene testo, schermata, diagramma, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, diagramma

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere

Descrizione generata automaticamente

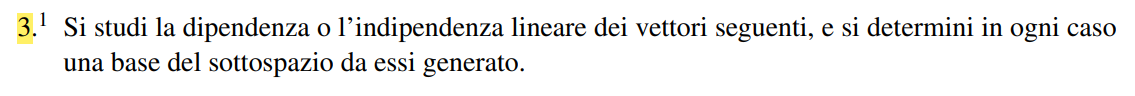


Immagine che contiene Carattere, testo, tipografia, design

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, design

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, design

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, design

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, linea, algebra

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, linea, schermata

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, diagramma

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, diagramma, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, calligrafia

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, calligrafia

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, numero

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, numero

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, numero

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, numero

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, design

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, design

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, design

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, linea, schermata

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, numero

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, numero

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, numero

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, linea, calligrafia

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, calligrafia

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, numero

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, calligrafia

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, bianco, schermata

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, calligrafia, schermata

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, documento

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, numero

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, diagramma, schermata

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, numero

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, documento

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, schermata, numero

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, Carattere, linea, schermata

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, design

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, design

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere

Descrizione generata automaticamente