

# OPTICAL FLOW E PERCEZIONE UMANA DEL MOVIMENTO

Eumir Cometti 986666

Università degli studi di Milano-Informatica per la  
comunicazione digitale



# PERCEZIONE UMANA DEL MOVIMENTO

Possiamo definire la **percezione del movimento** come la capacità cognitiva che possiede un organismo che gli permette di cogliere immediatamente il cambiamento di luogo di un oggetto o di un corpo e, allo stesso tempo, di apprendere alcuni attributi legati a questo cambiamento, come la velocità e direzione.

In termini generali, ci sono **due principali meccanismi** attraverso i quali si percepisce il movimento: Il primo riguarda il rilevamento dei cambiamenti nella posizione relativa delle parti che compongono l'immagine visiva e prende il nome di sistema **immagini-retina**. Il secondo riguarda l'uso degli occhi per seguire un bersaglio in movimento e prende il nome di sistema **occhio-testa**



# Due tipi di movimento

## Movimento apparente

In realtà non è necessario che si verifichi il movimento per avere la sensazione visiva che qualcosa si muova, per questo parliamo di **movimento apparente**. Per esempio, se si accendono due luci separate da un piccolo spazio e con brevi intervalli di accensione, l'osservatore ha la sensazione di movimento. La cosa più importante nel movimento apparente è **l'asincronia tra gli stimoli**, cioè il tempo che intercorre tra l'inizio di uno stimolo e il successivo

## Movimento indotto

È definito come **l'illusione** che appare quando un oggetto che è effettivamente fisso si muove, spostando il quadro di riferimento in cui si trova.

Sembra essere accettato oggi che il movimento sia una percezione primaria del nostro sistema visivo: Il segnale di movimento inizia ad essere elaborato nella retina nella maggior parte degli animali inferiori, dal gatto fino all'uomo, in cui l'elaborazione diventa più complessa e avviene a livello centrale.



# IMPORTANZA DELLA PERCEZIONE DEL MOVIMENTO

La percezione del movimento ha una serie di **funzioni differenti**, che vanno dal fornirci aggiornamenti su cosa sta succedendo, all'aiutarci a percepire le cose, come le forme degli oggetti e gli stati d'animo delle persone.

La percezione del movimento è **essenziale per la nostra abilità di muoverci** attraverso l'ambiente: una fonte di informazioni su dove stiamo andando e quanto velocemente ci stiamo muovendo è il modo in cui gli oggetti nell'ambiente fluiscono davanti a noi mentre ci muoviamo.

Un'altra abilità del movimento è quella di **attirare l'attenzione**. Questo effetto non si verifica solamente quando stai consapevolmente cercando qualcosa, ma anche quando stai prestando attenzione a qualcos'altro



# OPTICAL FLOW E MODELLAZIONE DEL MOVIMENTO

Tipicamente il moto è rappresentato come un **vettore** che si origina da (o termina su) un pixel ad esempio in una sequenza di frame. Lo scopo **dell'optical flow** è quello di assegnare ad ogni pixel appartenente al frame corrente un **motion vector** che punta verso la posizione dello stesso pixel in un frame di riferimento successivo.

La modellizzazione del movimento, in relazione all'optical flow, rappresenta il processo di **formulazione matematica** e computazionale dei cambiamenti nello spazio e nel tempo dei pixel in un'immagine

La definizione matematica gioca un ruolo cruciale nella modellizzazione del movimento. La modellizzazione del movimento può generare risultati **densi** o **sparsi**, a seconda di come viene trattato il flusso ottico dai diversi algoritmi. Un flusso ottico denso fornisce informazioni su ogni pixel nell'immagine, mentre un flusso ottico sparso considera solo un sottoinsieme di punti chiave.



# OPTICAL FLOW E PERCEZIONE

## Profondità percettiva

La percezione della profondità è un aspetto cruciale del sistema visivo umano che ci consente di interpretare la **distanza** e la **disposizione spaziale** degli oggetti nell'ambiente circostante. Il nostro cervello fa affidamento su diversi meccanismi e indizi visivi, sia monoculari che binoculari, per generare una percezione tridimensionale del mondo che ci circonda. Tra questi meccanismi abbiamo:

- Parallasse binoculare
- Convergenza oculare
- Accomodazione
- Prospettiva lineare
- Ombre e sovrapposizione
- Gradiente di tessitura



## Stabilità percettiva

L'optical flow gioca un ruolo chiave nel mantenere la stabilità percettiva durante i movimenti del corpo e della testa.

Durante il movimento della testa i muscoli oculari ci permettono di mantenere il **focus** sugli oggetti d'interesse. Questa compensazione del movimento oculare è ottenuta eseguendo dei piccoli movimenti dell'occhio, noti come **saccadici**.

Grazie al flusso ottico siamo in grado di anticipare il movimento degli oggetti.

Un tipo di adattamento avviene anche **a livello neurale**: le cellule neurali coinvolte nella percezione visiva presentano un adattamento selettivo al movimento che garantisce una risposta ottimale a un determinato tipo di movimento contribuendo a una percezione più stabile durante moto di corpo e testa.

Tutte queste informazioni vengono integrate con **altri flussi informativi** provenienti da altri sensori



## Coerenza del movimento

La coerenza del movimento si riferisce alla percezione di un movimento **uniforme** e **coerente** degli oggetti nella scena. Il cervello umano utilizza il flusso ottico come importante indizio visivo per valutare e regolare questa coerenza del movimento.

Uno degli aspetti importanti della coerenza del flusso ottico è la sua relazione con la percezione della profondità e della distanza degli oggetti. Quando gli oggetti si muovono in modo coerente, il nostro cervello interpreta questo flusso ottico come indicazione di oggetti situati a una certa distanza e profondità.

Infine, la coerenza del flusso ottico consente al cervello di riconoscere e interpretare modelli di movimento complessi.





# PRINCIPI DELLA GESTALT E OPTICAL FLOW

I principi della **Gestalt** e il concetto di optical flow sono correlati in quanto entrambi riguardano la percezione visiva e la nostra comprensione della scena visiva. La Gestalt si concentra sull'organizzazione e sull'interpretazione degli elementi visivi per percepire figure coerenti e significative, mentre l'optical flow si riferisce al movimento apparente dei punti nell'immagine rispetto a un osservatore in movimento.

## Principio di continuità

Questo principio può influenzare la percezione della coerenza del movimento, poiché tendiamo a percepire il movimento come continuo e fluido anche quando gli oggetti sono parzialmente nascosti o oscurati durante il movimento.

## Principio di somiglianza

La legge della somiglianza della Gestalt suggerisce che tendiamo a percepire gli oggetti che si muovono in modo simile come facenti parte dello stesso gruppo o flusso di movimento. Questo principio può influenzare la percezione del movimento come un'unica entità coesa.

## Principio di chiusura

Questo principio può influenzare la percezione della coerenza del movimento, poiché tendiamo a completare le informazioni mancanti per percepire il movimento come una figura coerente e distinta.



# ALGORITMI DI CALCOLO DELL'OPTICAL FLOW

## Optical Flow denso

L'optical flow denso coinvolge il calcolo del flusso ottico per **ogni singolo pixel** nell'immagine. Questo significa che il flusso ottico viene stimato per ogni punto dell'immagine, producendo una mappa di vettori di movimento che copre l'intera immagine

## Algoritmo di Farenback

L'algoritmo di Farneback è un metodo per il calcolo dell'optical flow che si propone di determinare il movimento dei punti all'interno di un'immagine da un frame temporale all'altro. Questo processo è fondamentale per comprendere il dinamismo presente in sequenze di immagini o video.



## Optical Flow Sparso

L'optical flow sparso coinvolge il calcolo del flusso ottico solo per un **sottoinsieme limitato di punti chiave** o caratteristiche distintive nell'immagine. Questo significa che il flusso ottico viene stimato solo per alcuni punti selezionati, producendo una mappa di vettori di movimento solo per questi punti specifici.

## Algoritmo di Lucas-kanade

L'algoritmo di Lucas-Kanade è un metodo per il calcolo dell'optical flow che si concentra sull'estrazione e l'analisi del movimento in piccole regioni dell'immagine, comunemente definite come punti chiave o feature points.

