

# Esame SIM

## Testo:

- **Piano** → ASCII a 7 bit o UNICODE a 21 bit
  - **Strutturato** → Formattazione (.pdf, .docx)
  - **Compresso** → Sfrutta la ridondanza per racchiudere caratteri uguali in un insieme più piccolo
  - **Codifica di Huffman:**
    1. Trasformo la stringa in binario
    2. Ordine decrescente delle frequenze
    3. Raggruppamenti delle coppie con frequenza minore e creazione di un grafico ad albero
    4. Costruzione del codice assegnando un valore (0 1) agli archi
      - Codice univocamente decifrabile
  - **Run-Length:**
    - RUN → Sequenza ripetuta di caratteri:
      - SC → Carattere speciale
      - X → Carattere ripetuto
      - C → Frequenza di ripetizione
  - **LZW** → Raggruppamento di gruppi di frasi seguendo un dizionario
- 

## Audio:

- **Conversione analogico-digitale:**
  1. Acquisizione del segnale analogico
  2. Campionamento del segnale
  3. Trasformazione del valore sulla curva in valore discreto
  4. Conversione del valore discreto in binario
- **Conversione digitale-analogico:**

1. Acquisizione della sequenza di valori in binario
  2. Valori trasformati in una funzione costante a tratti
  3. Filtro passa-basso per filtrare le frequenze elevate e trasformare la funzione in un segnale rappresentato da una curva
- **Teorema di Nyquist** → Se in un segnale analogico c'è una componente con frequenza fino a  $f$  Hz, allora la frequenza di campionamento dovrebbe essere almeno  $2f$  Hz
  - **Compressione con companding** → Modulazione della grandezza delle fasce di quantizzazione per ottenere più valori in zone in cui le frequenze sono di maggior significato
  - **Predictive coding** → Compressione utilizzata andando a predire il valore del campione successivo
  - **Audio MIDI** → Contiene solo le direttive e le specifiche per la riproduzione di una certa musica
- 

## I colori:

- **Caratteristiche fisiche:**
    - Luminanza → Energia emanata
    - Tinta → Il colore in sé
    - Saturazione → Intensità
  - **Sintesi additiva** → Mescolanza di tre colori primari RGB
  - **Sintesi sottrattiva** → Tutte le frequenze di colore vengono assorbite tranne quella visualizzata (YMC)
  - **SPD** → Spectral power distribution → Descrizione accurata del colore basata sulla distribuzione delle singole frequenze
  - **Correzione gamma** → Correzione  $\frac{1}{\gamma}$  utilizzata per correggere un segnale in ingresso  $V$  distorto di  $\gamma$  da un certo dispositivo →  $(V^\gamma)^{\frac{1}{\gamma}}$
- 

## Immagini:

- **Immagini Raster** → Immagini a griglia di pixel, ognuno con un proprio colore RGB

- Migliorata con tecniche single-frame e multi-frame
- **Immagini Vettoriali** → Immagini descritte da funzioni o primitive geometriche che descrivono punti, linee, curve e poligoni
- **Immagini gray-scale** → Descritte da un piano cartesiano tridimensionale, dove l'asse  $z$  rappresenta il livello di grigio (0-256)
- **Immagini a colori** → Descritte da un certo modello di colori:
  - RGB, CMYB, YUV, YCrCb, HSV
- **Compressione** → Sfrutta la limitatezza dell'occhio umano a un certo range di frequenze e la ridondanza spaziale dei pixel
- **Sottocampionamento** → Pixel molto simili vengono considerati uguali, e durante la decodifica i pixel mancanti vengono approssimati con l'interpolazione
- **Predictive coding** → Codifico il secondo pixel come la sua differenza rispetto al primo
- **Codifica mediante trasformazione** → Frammentazione in tante piccole immagini su cui applicare le trasformazioni di Fourier e del coseno
- **Serie di Fourier** → qualsiasi segnale periodico può essere scomposto in una somma di infiniti segnali sinusoidali
  - Trasformata di Fourier → decomposizione unica di un segnale nelle diverse frequenze che vi partecipano, comprese le loro fasi
  - FFT → Approssimazione della trasformata (Fast Fourier Transform)
- **Codifica JPEG:**
  1. Scomposizione dell'immagine in griglie 8x8
  2. Conversione da RGB a YCrCb e applicazione della trasformazione del coseno
  3. Quantizzazione delle frequenze in modo non lineare
  4. Scansionamento a zig-zag per eliminare le ridondanze
- **Video** → Sequenza di immagini a frequenza costante (frame-rate)
- **Codifica intraframe** → Descrive ogni singolo fotogramma
- **Codifica interframe** → Descrive i cambiamenti fra ogni frame

- **Compressione video** → Si trovano le similitudini fra fotogrammi adiacenti, e ogni fotogramma viene diviso in blocchi per cercare le corrispondenze migliori
- 

## Database Multimediali:

- **Architettura dei MIRS:**
  - Modularità, distribuzione, Thesaurus manager, Integrity rule base, Context manager
- **Fase di inserimento:**
  1. Specifica dell'input
  2. Estrazione dei dati e invio degli oggetti multimediali al server
  3. Organizzazione e indicizzazione degli oggetti in arrivo
  4. Memorizzazione delle informazioni indicizzate e degli oggetti originari
- **Fase di ritorno:**
  1. Esecuzione della query
  2. Estrazione e smistamento dei contenuti
  3. Viene reperito l'elemento del DB più simile a quello della query
  4. Recuperato l'oggetto e inviato all'interfaccia
- **Modello MIRS** → Modello che comprende proprietà statiche (attributi) e proprietà dinamiche (operazioni e interazioni)
- **Requisiti di un modello:**
  1. Estensibilità
  2. Flessibilità
  3. Efficienza
- **Query** → Effettuate per specifica o per esempi. L'utente deve poter dare la sua richiesta nel modo più preciso possibile
- **Feature** → Devono essere complete e memorizzate in maniera compatta
  - Metadata → Informazioni di contesto
  - Annotazioni testuali → Descrizioni del contenuto

- Basso livello → Dati, statistiche e relazioni spazio-temporali tra parti dell'oggetto
  - Alto livello → Riconoscono gli oggetti
  - **Indicizzazione dei dati** → Estrazione delle caratteristiche principali da un dato per la memorizzazione, in modo che la ricerca sia efficiente. Il retrieval è basato sulla similarità
  - **Compressione dei dati:**
    1. Per ogni immagine “grande” si salva una copia ridotta
    2. Si salva solo l'immagine originale, ma viene trasmessa una rappresentazione ridotta
    3. Si usano metodi scalabili, progressivi e gerarchici
- 

## Recupero e indicizzazione:

- **DBMS:**
    - Struttura omogenea di record univoci con attributi e retrieval esatto
  - **IR:**
    - Record non strutturati con attributi non prefissati, indicizzati con keywords, descrittori e indici
  - **Fasi di retrieval nei MIRS:**
    - Online: Query → Processing → Rappresentazione
    - Offline: Documenti → Processing → Rappresentazione
    - Ricerca di similarità tra documenti e query
    - Restituzione dei documenti trovati
- 

## Documenti di testo:

- **Tipi di file:**
  - Flat file
  - Inverted file

- Signature file
  - Alberi
  - Grafi
  - **Inverted files** → Inverte il processo di ricerca: prima la chiave poi il documento che la contiene. Può essere esteso dalle operazioni “within sentence” e “adjacent” (operatori di prossimità)
  - **Indicizzazione automatica** → Indicizzazione seguendo fasi di filtraggio:
    1. Stop words → Si escludono elementi inutili
    2. Stemming → Si considera il termine comune di parole analoghe
    3. Thesaurus → Sostituzione di diversi nomi simili con un unico sinonimo
    4. Weighting → Peso del singolo termine calcolato in base alla frequenza del termine nel documento e al numero di documenti nel DB che contengono il termine
  - **Modello spazio-vettoriale** → Modello basato sul prodotto scalare:
    - Due vettori sono più simili quanto più è stretto l'angolo fra loro compreso
  - **Relevance feedback** → Il motore sfrutta il feedback fornito dall'utente con le query per modificare la serie di documenti che devono essere presentati
  - **Clustering** → Generati per similarità fra coppie o per clustering euristico:
    - Coppie → Documenti rappresentati come vettori, che generano cluster in base alle differenze con altri vettori
    - Euristico → Ogni documento è un cluster, che verrà poi unito ad altri cluster in base alla similitudine
- 

## Audio:

- **Proprietà principali dell'audio:**
  - **Dominio temporale:**
    - Energia media → “Rumorosità” del segnale audio
    - ZCR → Frequenza con il quale l'ampiezza del segnale cambia di segno
    - Silence Ratio → Indica la proporzione di silenzio nel brano musicale

- Magnitudo medio → Come l'energia media, ma introdotto perché l'energia media aumenta troppo esponenzialmente per ampiezze elevate
  - **Dominio frequenziale:**
    - Bandwidth → Gamma (o range) delle frequenze
    - Armoniche → Frequenze multiple della frequenze di base
  - **Classificazione step by step:**
    1. Valutazione del centroide
    2. Valutazione del SR
    3. Valutazione del ZCR
  - **Time Warping** → Normalizza i frame dell'audio per far sì che coincidano con l'audio memorizzato sul sistema, dilatando o contraendo l'asse dei tempi per far coincidere i picchi
  - **Hidden markov model** → Rete sulla quale sono definiti stati, probabilità di transizione e probabilità di generazione di simboli
  - **Reti neurali artificiali** → Simulano i processi cognitivi del cervello umano. Successivamente a una fase di training, sono ottenuti vettori di caratteristiche per trarre i pesi dei link della rete
- 

## Immagini:

- **Memorizzazione di attributi strutturati** → Memorizzazione i informazioni per ognuna delle immagini nel DBMS, salvano nomi, categorie, data di creazione, soggetto, autore, etc...
- **Riconoscimento degli oggetti** → Estrazione di feature e riconoscimento degli oggetti nella scena
- **Annotazioni libere** → Immagini descritte con un testo libero non controllato
- **Analisi del colore** → Immagini memorizzate assegnando ai pixel 3 valori numerici, discretizzando i canali in m-intervalli. Si definisce poi un istogramma di colore  $H(M)$ , dove ogni elemento dell'istogramma rappresenta il numero di pixel dell'immagine che ricade in un "bin"

- BIN → Quantizzazioni dell'intervallo dei colori
  - **Indicizzazione su Istogramma di colore** → Per ogni immagine viene calcolato l'istogramma di colore che verrà utilizzato come indice dell'immagine:
    - La discretizzazione non tiene conto della similarità dei colori: colori simili ma in diversi bin sono considerati completamente diversi
  - **Distanza fra bin** → Misura calcolata bin per bin, rappresentata dalla lunghezza del vettore (distanza):  $||Z||$
  - **Istogramma cumulativo** → Crea classi cumulative e non considera la distanza tra bin
  - **Istogramma pesato** → Un singolo colore originario potrebbe essere simile a colori appartenenti a più bin
- 

## Video:

- **Metodi di indicizzazione:**
  - Per metadati
  - Per testo
  - Per audio
  - Per contenuto:
    - Singolo fotogramma
    - Gruppi di fotogrammi
- **SHOT** → Gruppi di frame contigui che fanno parte della stessa scena, non interrotti da stacco di telecamera e che contengono lo stesso evento o azione
- **Segmentazione automatica** → Metodo di verifica del passaggio fra shot: si deve misurare la differenza fra 2 frame consecutivi:
  1. Si calcola la somma delle differenze fra frame consecutivi
  2. Si calcola la differenza fra gli istogrammi di colore di due frame consecutivi
- **Segmentazione a due soglie** → Segmentazione che introduce una soglia alta per i cambi di camera e una più bassa per determinare i frame nei quali avviene una transizione graduale. La valutazione si effettua in base alla differenza fra due frame consecutivi



- **Zoom** → Rilevato nel momento in cui tutti i punti intorno all'oggetto ingrandito si spostano verso l'esterno
- **Panning** → Rilevato nel momento in cui tutti i punti dell'immagine si spostano nella stessa direzione
- **Cambiamenti di illuminazione** → Gestiti attraverso la normalizzazione dei colori e una conversione cromatica
- **Rappresentazione degli shot:**
  - Un solo r-frame → Poco significativo
  - N r-frame al secondo → Troppi per shot uniformi
  - Sotto-shot → Si trovano sotto-shot e r-frame per ognuno di essi
- **Individuazione degli r-frame:**
  - R-frame come primo frame dello shot
  - Calcolo di un frame medio (media dei colori di tutti i frame)
  - Media di tutti gli istogrammi dei frame dello shot e scelgo come r-frame quello con l'istogramma più vicino alla media
- **Rappresentazione MICON** → Motion Icon → Rappresentazione caratterizzata da un r-frame, una profondità (durata temporale), pixel presenti sui bordi (indicano il movimento)
- **Browser gerarchico** → Consente di ispezionare in maniera gerarchica i vari elementi di un video
- **Rappresentazione compatta:**
  - Storyboard → Collezione di r-frame
  - Mosaicatura → Unione di frame per descrivere un elemento complesso
  - STG → Rappresentazione di un video tramite un grafo orientato
- **Tipi di query:**
  - Point → Vettore che ricerca un elemento simile o identico nel DB
  - Range → Vettore con range e distanza
  - K-nearest neighbour → Query rappresentata da un intero k

---

## Strutture efficienti per la ricerca di similarità:

- **Alberi B** → Albero di ricerca generico e bilanciato:
  - La radice ha almeno 2 sottoalberi
  - Ogni nodo tranne, radice e foglia, ha  $k-1$  chiavi e  $k$  riferimenti a sottoalberi
  - Ogni nodo foglia contiene  $k-1$  chiavi
  - Tutte le foglie sono sullo stesso livello
- **Operazioni alberi B:**
  - Creazione
  - Inserimento
  - Cancellazione
  - Ricerca
- **Alberi B+** → Variante dell'albero B in cui i riferimenti ai dati sono contenuti solo nelle foglie, nelle quali è anche contenuto un campo puntatore per navigare fra le foglie
- **Alberi MB+** → Estensioni degli alberi B+:
  - Ogni feature vector è un punto dello spazio
  - L'intero spazio delle feature è diviso in regioni contenenti feature simili
  - Si ordinano le regioni secondo un criterio
- **Ricerca su alberi MB+:**
  - Point query → Ricerca di un vettore dato partendo dalla radice e arrivando alla regione in cui è contenuto
  - Range query → Ricerca di tutti i vettori che ricadono in un dato range
  - Nearest-neighbour query → Ricerca di  $K$  vettori più vicini a quello dato
- **K-d trees** → Ulteriori estensioni degli alberi B, in cui ogni chiave è costituita da un vettore  $K$ -dimensionale invece che da un singolo valore
- **Operazioni sui K-d trees:**
  - Inserimento
  - Ricerca
  - Eliminazione
  - Range query

- **R Tree** → Generalizzazione dei MB+ tree. La struttura dati divide lo spazio in MBR (Minimum Bounding Rectangles), e ogni nodo dell'R-Tree ha un numero variabile di entry: Ogni entry che non sia una foglia contiene un'entità che identifica il nodo figlio, e una che contiene tutte le entry del nodo figlio
  - **Operazioni su R tree:**
    - Ricerca
    - Insert
    - Delete
  - **Clustering** → Ottimizza i tempi di ricerca nello spazio delle feature n-dimensionali. Vettori di feature simili vengono raggruppati in cluster ognuno con un proprio centroide, con i quali avviene il calcolo della similarità
  - **Grid files** → Suddivisione dello spazio n-dimensionale in ipercubi con la stessa dimensione, dove ogni cubo contiene zero o più feature vector
- 

## Watermarking

- **Watermarking** → Insieme di tecniche e metodi per l'inclusione di informazioni all'interno di un file, che possono essere rilevate o estratte per trarre informazioni sulla sua origine
- **Obiettivi:**
  - Render manifesto il proprietario
  - Dimostrare l'originalità
  - Evitare la distribuzione di copie non autorizzate
  - Marcare caratteristiche specifiche
  - Segnare il percorso di vendita
- **Classificazione:**
  - Visibilità → Visibile o invisibile
  - Resistenza → Fragile, semifragile o robusto
  - Autonomia:
    - Chiechi → Per verificare la loro presenza non serve il documento originario

- Non ciechi → Sempre necessario il documento originale
  - Dominio → Pubblico o privato
  - **Proprietà:**
    - Facile estrazione da parte del proprietario
    - Prova non ambigua del proprietario
    - Possibilità di sovrapporre più watermark
    - Inserito all'interno del segnale da proteggere
    - Removibili dal proprietario
  - **Metodologia:**
    - Codifica → Prende in input un'immagine e ne restituisce in output l'immagine marcata
    - Decodifica → Prende in input un'immagine marcata e ne restituisce l'originale
- 

## GIS:

- **GIS** → Geographical Information System → Fornisce supporto decisionale basandosi su dati spaziali
- **Struttura** → Ordine gerarchico:
  1. Organizzazione → Gestisce i dati del sistema, che possono essere di tipo spaziale o alfanumerico
  2. Visualizzazione → Presenta graficamente le informazioni
  3. Interrogazione → Deve poter prendere 3 tipi di richieste:
    - Interrogazioni di attributi, spaziali e topologiche
  4. Combinazione → Capacità di un GIS di aggregare diversi dati
  5. Analisi → Utilizzo di un GIS per ottenere dati grezzi
  6. Predizione → Legato all'analisi, ma si spinge a fare previsioni su scenari evolutivi futuri
- **Modello del mondo reale** → Introduce la dimensione dello spazio in un database tradizionale, seguendo diversi stadi:

- Identificazione delle entità, degli attributi, della topologia e delle relazioni spaziali
- **Oggetto GIS** → Contraddistinto da un tipo, degli attributi, delle relazioni spaziali, una geometria e una qualità del dato
- **Oggetti base:**
  - **Punto** → Adimensionale:
    - Punto entità → Non tiene conto della forma o dimensione del fenomeno
    - Punto Area → Denota la posizione in un'area e ne rappresenta la forma
    - Nodo → Localizzazione con più proprietà topologiche
  - **Arco** → Sequenza ordinata di vertici (monodimensionale):
    - Posizione
    - Lunghezza
    - Direzione
  - **Anello** → Insieme di uno o più archi
  - **Polinogo** → Insieme di uno o più anelli che delimitano un'area chiusa (bidimensionale):
    - Posizione
    - Morfologia
    - Superficie
- **Georeferenziazione** → Tecnica di localizzazione che permette di associare un oggetto ad un particolare punto nello spazio reale
  - Continua → La misura della posizione è ottenuta rispetto ad un sistema di riferimento assoluto
  - Discreta → La misura della posizione è ottenuta indirettamente rispetto ad unità territoriali di riferimento già referenziate
- **Modelli della Terra:**
  - Terra piatta → Piano orientato a nord e oggetti posizionati relativamente ad esso
  - Terra curva → Modello complesso che cerca di limitare gli errori nelle relazioni spaziali degli oggetti rappresentati sulla terra

- **Ellissoide** → Modello matematico generato dalla rotazione di un'ellisse intorno al suo asse minore
- **Geoide** → Generato dalla superficie perpendicolare alla direzione della forza di gravità in ogni punto della Terra, e tiene conto delle irregolarità locali della superficie terrestre
- **Datum Geodetico** → Modello matematico-fisico con il quale si vuole descrivere un geoide
- **Proiezioni** → Rappresentazione su carta della realtà tridimensionale che porta alla costruzione di una mappa
- **Classificazione delle proiezioni:**
  - Per proprietà fisiche:
    - Conformi o isogone
    - Ad aree equivalenti
    - Equidistanti
    - Afilattiche
  - Per metodi geometrici:
    - Cilindriche
    - Coniche
    - Azimutali
- **Proiezione UTM** → Crea un mosaico di proiezioni centrate sul meridiano centrale della zona di interesse di dimensioni contenute
- **Mappe raster** → Modello adatto per dati che cambiano con continuità:
  - Matrice rettangolare di numeri
  - Limitata scalabilità
  - Memorizzazione di una sola variabile
- **Mappe vettoriali** → Rappresenta le informazioni usando punti, linee e poligoni: ogni elemento è caratterizzato dalle sue coordinate geografiche e permette una scalabilità completa
- **Mappe tridimensionali** → **TIN** → Triangulated Irregular Network:

- Modello Costruito con una triangolazione che rappresenta in maniera compatta l'andamento della superficie 3D
  - **Triangolazione di Delunay** → Il cerchio che passa per i 3 vertici del triangolo non contiene alcun altro vertice
  - **Mappe Tematiche** → Hanno lo scopo di concentrare l'attenzione sulla distribuzione di una particolare variabile
    - Coroplete
    - A densità di punti
    - Scalari
    - Categoriali
    - A isolinee
- 

## Analisi spaziale:

- **Attributi spaziali** → Caratteristiche di essenziale e primaria visibilità dello spazio osservato:
  - Geometria degli oggetti, rapporti nello spazio, proprietà topologiche
- **Analisi multistrato** → Tecnica che confronta informazioni contenute in più strati informativi in un'area comune. Permette di individuare aree caratterizzate dalla compresenza di più fenomeni usando l'overlay
- **Overlay raster** → Overlay di mappe con lo stesso livello di precisione confrontate pixel per pixel
- **Overlay vettoriale** → Si calcola l'intersezione tra oggetti vettoriali rappresentati nei diversi strati e si genera un nuovo strato che mette in evidenza una possibile combinazione
- **Modelli di ripartizione territoriale:**
  - **Riclassificazione** → Vengono trasformate aree omogenee visualizzate nella mappa tematica in nuove aree che risultano dall'aggregazione di aree simili
  - **Buffer** → Si identifica un'area che si estende intorno a un oggetto, individuando una superficie di pertinenza dell'oggetto stesso
  - **Vicinato di Voronoi** → Genera una collezione di regioni che ripartiscono il piano in maniera continua, in cui ogni regione contiene esattamente un

punto del set dato:

- Dati tre punti ne tracciamo la congiungente
- Per ognuna ne tracciamo la bisecante
- L'intersezione tra le bisecanti è il punto dato
- **Gravitazione** → Modelli basati sull'analogia con il modello di attrazione gravitazionale di Newton
- **Indici statistici geospaziali** → Sistema di analisi del territorio, che fornisce misure sintetiche sulla disposizione spaziale di un fenomeno:
  - Baricentro
  - Dispersione territoriale
  - Direzione prevalente
  - Regolarità della distribuzione
- **Statistiche centrografiche** → Individua il centro grafico della distribuzione:
  - Centro medio
  - Centro della distanza minima
  - Deviazione standard della distanza
- **Analisi dei quadranti** → Conteggio delle osservazioni su di una griglia regolare a maglie quadrate che suddivide l'immagine: per ogni quadrato viene calcolata l'occorrenza e la varianza delle frequenze
- **Analisi di vicinato** → Misura il grado di dispersione spaziale di una distribuzione di punto, basandosi sulla misurazione delle distanze di punti adiacenti
- **Metodi di classificazione:**
  - Locali
  - Globali
  - Esatti
  - Approssimati
  - Graduali
  - Bruschi



- Deterministici
  - Stocastici
  - **Interpolazione** → Permette di stimare il valore di una variabile in zone non “coperte” da osservazioni, basandosi sulla conoscenza della variabile in punti noti
- 

## GPS:

- **GPS** → Sistema di posizionamento su base satellitare per determinare la posizione di ricevitori elettronici
- **NAVSTAR** → Sistema di posizionamento statunitense composto da 24 satelliti (3 di backup), che ruotano in orbite circolari
- **Segmenti del GPS:**
  - Spaziale → Indica i satelliti in orbita, posti su 6 piani orbitali diversi. Ognuno di essi è dotato di orologi atomici e solo 12 su 24 sono visibili da ogni punto della Terra
  - Controllo → Indica un gruppo di stazioni a terra che monitorano i segnali dei satelliti, e hanno il compito di:
    - Tracciare la posizione dei satelliti (effemeridi)
    - Imporre correzioni di orbita
    - Sincronizzare gli orologi
    - Scaricare dati per la trasmissione tramite i satelliti
  - Utilizzo → Rappresenta ogni ricevitore che utilizza il segnale per ricavarne informazioni su posizione, velocità e tempo
- **Funzionamento GPS** → Per calcolare la distanza tra ricevitore e satellite, viene misurato il tempo che un segnale impiega per arrivare a terra
- **Trilaterazione** → Procedimento che consente la determinazione di un punto in base a misure di distanze da altri di coordinate note
- **Triangolazione** → Procedimento che permette di determinare indirettamente la distanza tra punti del terreno attraverso 3 punti di un triangolo: uno dei lati è misurato direttamente, gli altri si misurano attraverso gli angoli sotto i quali viene visto il terzo punto

- **Rifrazione** → Avviene ogni volta che la luce attraversa uno spazio con differente densità, nel quale cambia la sua velocità di propagazione
- **Riflessione** → La luce non attraversa lo spazio ma viene spinta via in un'altra direzione
- **Effemeridi** → Tabelle che contengono un insieme di parametri necessari e sufficienti per calcolare la posizione dei satelliti:
  - Trasmesse → Trasmesse dal satellite
  - Precise → Calcolate a posteriori
- **Fonti di errore:**
  - Fattori atmosferici
  - Fattori elettronici
  - Fattori relativistici
- **Errori relativistici** → Secondo la teoria della relatività il tempo di ogni corpo in movimento viene deformato più è alta la sua velocità. Allo stesso modo qualsiasi corpo soggetto a forza di gravità avrà una deformazione del tempo
  - Errore dovuto alla velocità
  - Errore dovuto alla quota
- **Fonti di errore minori:**
  - Gravitazione del sole, pressione e radiazione solare, attrazione gravitazionale della Luna, ...
- **Time Division Multiplexing** → I satelliti inviano i segnali in un ordine specifico e solo uno alla volta, quindi i segnali trasmessi sono tra loro algebricamente ortogonali
- **Sincronizzazione orologi** → Il ricevitore può misurare la sua imprecisione esaminando l'orario di più satelliti
- **A-GPS** → GPS Assistito → Sistema GPS assistito dai singoli ricevitori di telefonia. Sono quindi i ricevitori a ricavare quali siano i satelliti a essi in vista istante per istante.
- **D-GPS** → GPS Differenziale → Si basa sulla combinazione dei dati osservati da due o più ricevitori GPS. Si utilizzano delle postazioni fisse, la cui posizione è

stata calcolata con la massima precisione, per calcolare la differenza tra il valore misurato e il valore della posizione reale

- **Parallasse** → Fenomeno per cui un oggetto sembra spostarsi rispetto allo sfondo se si cambia il punto di osservazione. Dal punto di vista geometrico rappresenta l'angolo di spostamento.  
Misurando l'angolo della parallasse e la distanza tra i due punti di osservazione è possibile calcolare la distanza dell'oggetto attraverso la trigonometria (caso particolare della triangolazione)
- **DOP** → Dilution of Precision → Indica la validità della precisione trovata: più è alto, più sarà bassa la valutazione. Per ottenere un DOP migliore è desiderabile che la distanza fra due satelliti sia maggiore possibile, in modo che formino un angolo maggiore
- **GPS Logger** → Strumento che colleziona informazioni che possono essere visualizzate e organizzate su una mappa
- **GPS Tracker** → Dati subito spediti al dispositivo