

Incidente relativistico

E. Paolini
paolini@sns.it

10 aprile 2025

1 Introduzione

Questo breve testo dovrebbe tentare di spiegare uno dei più conosciuti “paradossi” relativistici. Due astronavi identiche viaggiano una verso l'altra a velocità costante. È ben noto che per la “contrazione delle lunghezze” nel sistema di riferimento di un'astronave, l'altra astronave risulta essere più corta della propria. Dunque un'astronave potrebbe “catturare” l'altra. Questo ragionamento è però reciproco, provocando dunque l'assurdo che entrambe le astronavi potrebbero catturarsi a vicenda.

Per formalizzare meglio l'esperimento supponiamo che ogni astronave disponga di un retino a poppa e un retino a prua. Quando l'altra astronave si trova esattamente al centro della propria i due retini a poppa e a prua vengono aperti (per la cattura).

Il pezzo forte di questo documento sono i disegni. Vengono presentati tre disegni con i punti di vista delle due astronavi e di un osservatore fisso. Si noterà come la posizione delle navi nello spazio-tempo (le zone a forma di “X” tratteggiate) e la posizione dei retini (le righe più scure al bordo della “X”) sono uguali in tutti e tre i disegni. Se invece scegliamo dei sistemi di riferimento (nei disegni vengono rappresentati gli assi x e t) otteniamo che la lunghezza reciproca delle navi cambia, come cambia la successione temporale degli eventi (la posizione delle navi nel sistema di riferimento fissato viene rappresentata da una grossa freccia).

2 Il resoconto

Unità di misura usate:

s = secondi
c = velocità della luce
cs = secondi luce

Ecco come si svolsero i fatti secondo un vigile presente sul posto: *“Mi trovo sul lato dell'astrostrada quando vedo arrivare da due direzioni opposte due astronavi. All'istante $t = -1.4$ s le prue delle due astronavi passano contemporaneamente di fronte a me. All'istante $t = -0.7$ s le due astronavi sono*

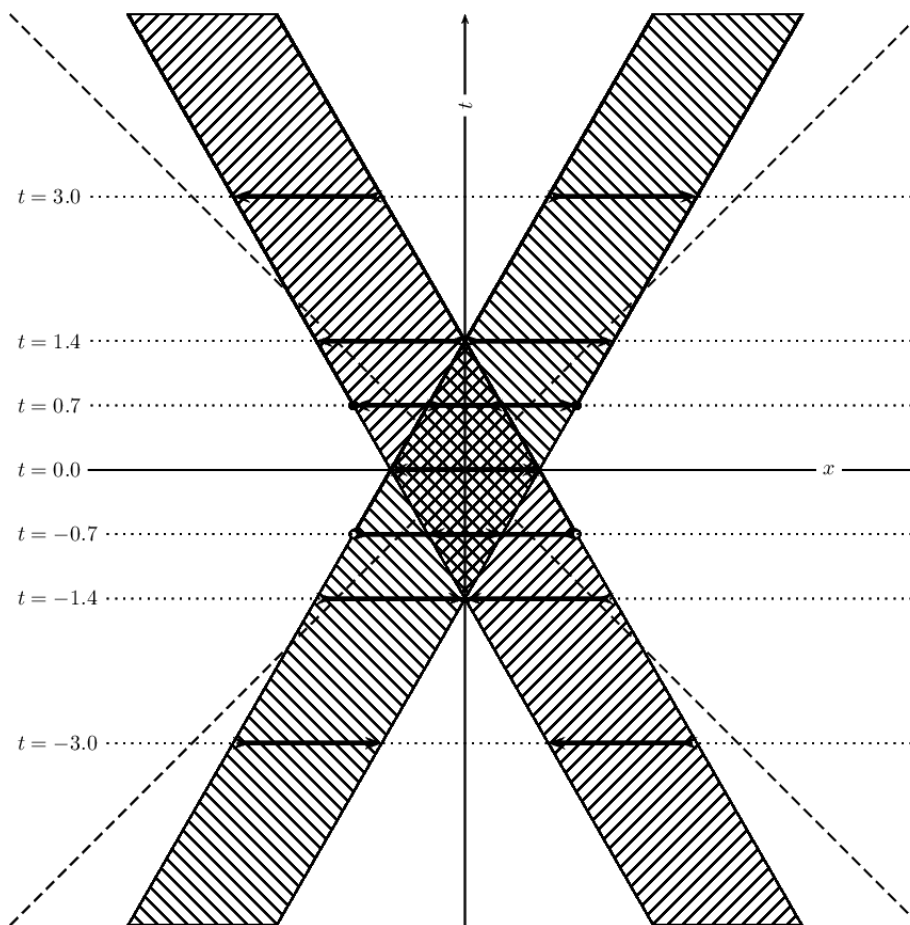


Figura 1: Grafico tracciato dal vigile.

parzialmente affiancate, e ognuna delle due, a poppa, apre un retino davanti all'altra astronave. Al tempo $t = 0$ s le due astronavi sono una a fianco dell'altra, sono lunghe uguali: circa 1.6 cs. La prua di ognuna delle due astronavi va a sfondare il retino che si trova a poppa dell'altra astronave. All'istante $t = 0.7$ s le due astronavi (che sono ancora parzialmente affiancate e che hanno sfondato reciprocamente i retini di poppa) aprono un retino a prua. All'istante $t = 1.4$ s le due astronavi si lasciano (ultimo istante di contatto). Ho calcolato che le due astronavi procedevano ad una velocità di circa 0.58 c. ”

In Figura 1 si può vedere il grafico tracciato dal vigile.

Ecco come si sono svolti i fatti secondo il capitano di una (ma anche dell'altra!) astronave: “Con la mia astronave, lunga esattamente 4 cs, stavo viaggiando tranquillamente sull'astrostrada alla velocità di circa 0.58 c. Quand'ecco che vedo sopraggiungere in direzione opposta un'altra astronave simile alla mia. La velocità dell'altra astronave rispetto alla mia era di quasi 0.87 c!. All'istante $t = -1.7$ s le prue delle due astronavi vanno a coincidere (e proprio a lato della strada, all'altezza della prua c'era un vigile che ci guardava). Nello stesso istante l'altra astronave (che era lunga esattamente la metà della mia) apre un retino

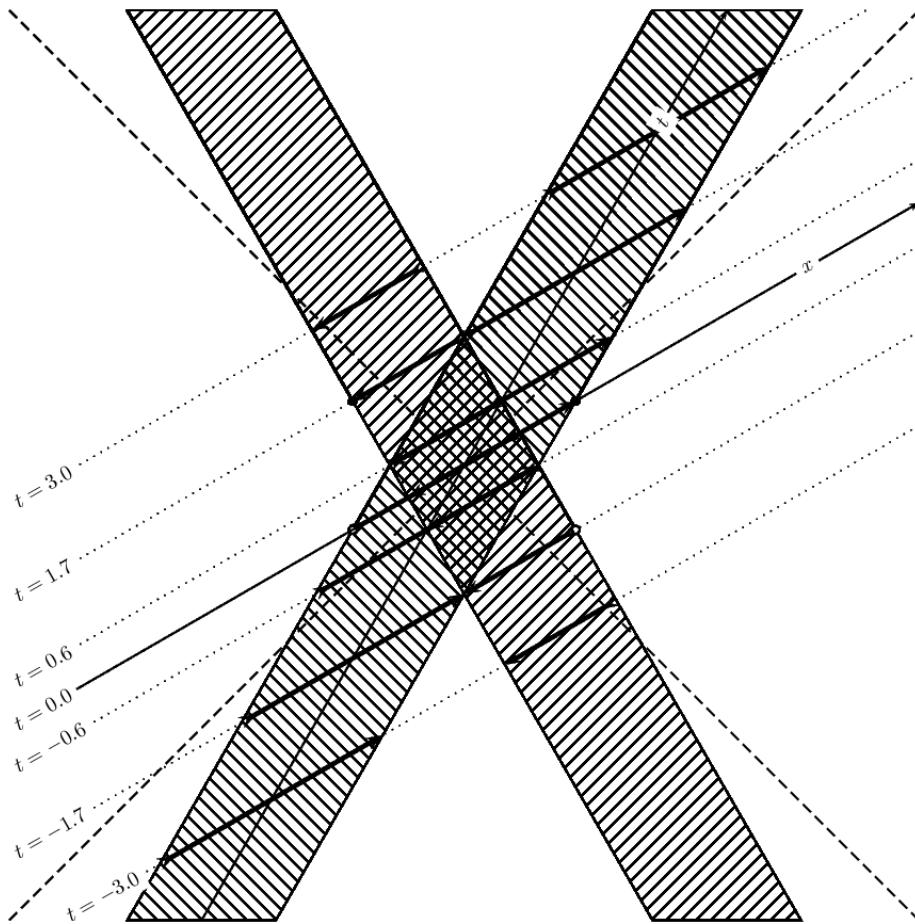


Figura 2: Grafico tracciato dal comandante della prima astronave

“cattura-astronavi” a poppa. Io invece avevo programmato entrambi i miei retini (di prua e di poppa) perché si aprissero all’istante $t = 0$ s. All’istante $t = -0.6$ s la prua della mia nave va a cozzare contro il retino sistemato a poppa dell’altra nave. Nell’istante $t = 0$, come avevo programmato, i retini di prua e di poppa della mia astronave, si aprono. La prua ha già attraversato per buona parte il retino dell’altra astronave che ora si trova esattamente al centro della mia. E anche il vigile si trova all’altezza del centro delle due astronavi. Al tempo $t = 0.6$ l’altra astronave va a cozzare contro il retino situato a poppa della mia astronave mentre al tempo $t = 1.7$ s le due astronavi si lasciano definitivamente (ultimo contatto).”

Il grafico tracciato dal comandante della prima astronave è quello riportato in Figura 2, mentre in Figura 3 si trova il grafico tracciato dal comandante dell’altra astronave.

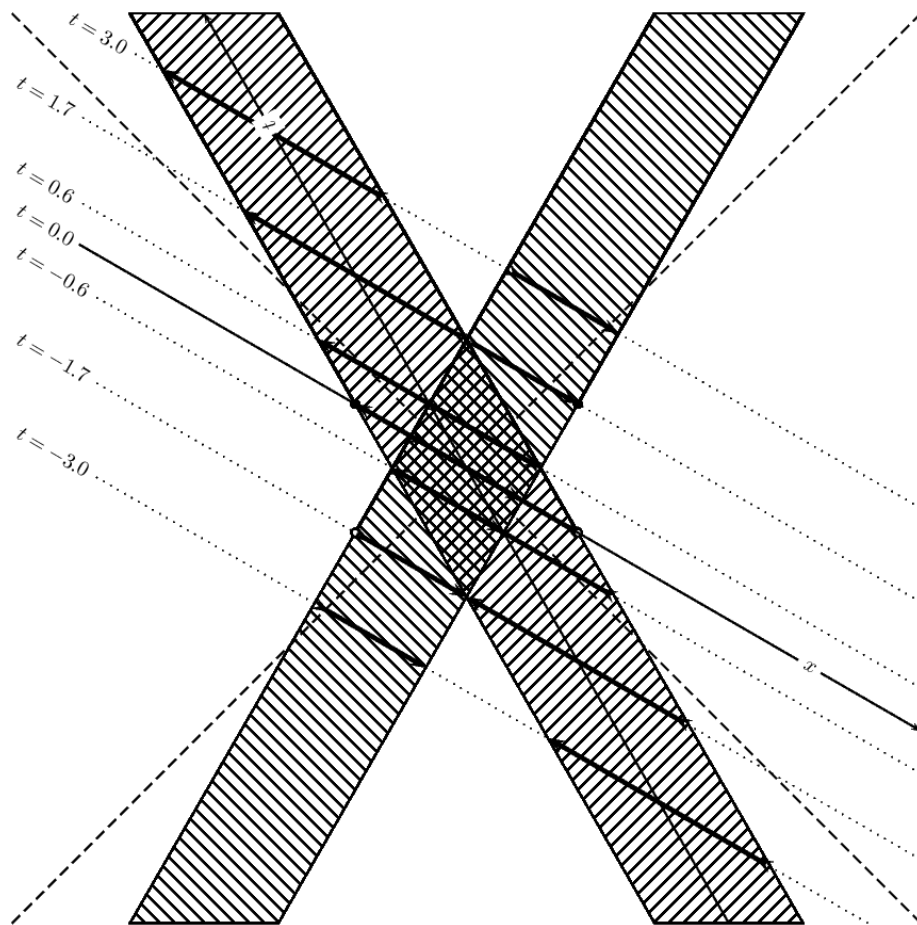


Figura 3: Grafico tracciato dal comandante della seconda astronave