

Trascrizione Intervento Filippo Biondi

(0:00) Allora, diciamo che in questa presentazione purtroppo un po' di formule ce le dobbiamo prendere. (0:10) Quindi è giunta l'ora di avere un po' di matematica. Perché questo? Perché è meglio spiegare la cosa così com'è.

(0:25) Quindi dobbiamo capire bene la tecnica che abbiamo usato per effettuare le scansioni, le scansioni sotterranee per arrivare ai risultati che il professore Malanga ci presenterà. (0:40) Ok, allora il titolo è il sonar spaziale. Il sonar è una apparecchiatura di telerilevamento.

(0:50) Quindi diciamo che il telerilevamento è una disciplina scientifica che viene fatta dallo spazio e che serve appunto per misurare le cose a distanza. (1:10) Il sonar trasmette onde acustiche e riceve l'eco delle onde acustiche degli oggetti che vuole rilevare. Infatti viene usato per esempio sulle navi.

(1:26) Il sonar viene usato anche a terra oppure sui ghiacci per capire l'andamento della sottosuolo per esempio. (1:37) Ma dallo spazio come fa funzionare? Dallo spazio non funziona. Infatti il sonar spaziale questo titolo è provocatorio.

(1:45) Nello spazio non essendoci un mezzo di propagazione delle onde acustiche è impossibile far funzionare questa cosa. (1:54) Impossibile non lo direi mai perché comunque alla fine abbiamo usato un sonar spaziale e quindi io siamo qui per capire insieme il funzionamento. (2:04) Allora l'agenda è un po' serrata quindi io cercherò di fare presto.

(2:09) Calcolate che i primi due punti vi spiegherò un po' quello che è lo stato dell'arte del telerilevamento satellitare. (2:17) E poi andiamo con una tecnica che ci siamo inventati per cercare di capire come funziona la cosa e come siamo riusciti ad avere le scansioni sotterranee. (2:28) E poi vi presenterò dei casi di studio e quindi qualcosa di un richiamo sulla piramide di Keope o Knum Kufu.

(2:38) E poi altre cose per esempio altre esperimente che abbiamo fatto sul granzasso d'Italia oppure sulla diga di Mosul oppure sul traforo del sangottardo e poi passare la parola al professore.

(2:55) Allora abbiamo usato e impiegato i cosiddetti radar ad apertura sintetica e quindi io stegherò a tutti quanti che cosa significa la parola stessa l'apertura e che cosa è l'apertura sintetica perché le cose bisogna capirle bene. (3:12) Da premettere i radar ad apertura sintetica prevalentemente sono

Trascrizione Intervento Filippo Biondi

montati su dei satelliti che stanno nello spazio e prevalentemente anzi solamente, non prevalentemente, solamente vengono posizionati nell'orbita bassa.

(3:35) L'orbita bassa è quell'orbita che occupa dei cerchi nello spazio che hanno una distanza dalla superficie della terra intorno variabili da 400 a 700 chilometri quindi sono prevalentemente vicino a noi. (3:53) Giusto per capirci esistono altre due orbite fondamentali che sono l'orbita intermedia.

(4:05) Prevalentemente viene piazzate prima e dopo le fasce di Van Allen, quindi intorno ai 14.000 chilometri e ai 18.000 chilometri.

(4:16) Perché non conviene fare i mani dei satelliti nelle fasce di Van Allen? Perché durano meno e quindi bisogna metterle o prima o dopo, altrimenti le cose non funzionano. (4:28) E chi e che tipo di satelliti sono? Sono i satelliti del GPS Global Positioning System oppure di Galileo, il sistema per il T, il posizionamento satellitare che noi usiamo tutti per esempio per far funzionare i nostri navigatori satellitari, (4:49) di Galileo, che è il sistema satellitare europeo, oppure il GLONASS e ce ne sono tanti altri. (4:58) Insomma ogni blocco importante del pianeta si costruisce il proprio sistema di teleposizionamento.

(5:08) Poi alla fine abbiamo l'orbita più lontana che è quella dei 36.000 chilometri quindi stiamo abbondantemente oltre la fascia di Van Allen (5:17) dove solitamente un giro del satellite coincide con un giro della terra. Quindi ad un osservatore che si trova sulla terra il satellite si trova fisso, però non è fisso perché gira. (5:33) Che poi in verità vedremo che compie anche altre figure che sono simili a degli otto.

(5:40) Quindi non è difficile, è molto difficile farlo rimanere fermo, il satellite geostazionario. (5:49) Che poi c'è un organismo internazionale che si chiama l'International Telecommunication Union, il cosiddetto ITU, che assegna ai paesi del mondo il cosiddetto la scatola dove deve essere piazzato il satellite per le telecomunicazioni. (6:12) Quindi abbiamo telecomunicazioni, teleposizionamento e poi alla fine l'orbita più vicino è il telerilevamento, ma non è così proprio perché ultimamente l'orbita bassa è dal mio punto di vista l'orbita più massivamente impiegata (6:31) perché ultimamente ci si stanno piazzando anche altri satelliti e cioè quelli per le telecomunicazioni anche nell'orbita bassa e

Trascrizione Intervento Filippo Biondi

il servizio in internet.

(6:44) Quindi diciamo che l'orbita bassa è molto importante, è un'orbita che è molto importante perché c'è una distanza con la terra che è molto vicina. (7:00) Allora adesso vediamo un po' perché si chiama radar ad apertura sintetica. (7:05) Allora da premete un radar che lo dice la parola stessa è Radio Detection and Ranging, (7:11) è un'apparecchiatura che serve per fare la rilevazione degli oggetti che si trovano lontano da esso e poi contemporaneamente ne misura anche una distanza.

(7:24) Con il passare degli anni, noi parliamo che questa apparecchiatura si pensava di poterla realizzare agli inizi del secolo, (7:35) perché si pensava di dire allora noi possiamo usare l'un delle tromagneti per capire se davanti a noi c'è qualcosa. (7:43) Per esempio serviva sicuramente ai naviganti e con questo dopo l'affondamento del Titanic era fondamentale che le navi avessero a bordo dei radar, (7:55) perché è importante quando si naviga con la nebbia o si naviga quando c'è brutto tempo di avere il radar acceso per capire che cosa c'è di fronte a noi. (8:08) Il problema è che c'è voluto tanto tempo e tanti anni per svilupparlo perché in questo caso chiamiamola la potenza ricevuta del segnale radar, (8:21) decade con la quarta potenza della distanza e questo è un problema, (8:27) cioè significa che se io trasmetto per esempio 10 quello che ricevo è 0,001 in termini di potenza, quindi è un problema.

(8:37) Quindi c'è voluto tanto tempo, qualche signore doveva inventarsi delle valvole speciali chiamate OTWT, (8:47) chiamate magnetron che avevano la funzione specifica di generare l'energia a radiofrequenza coerente e poi questa energia doveva essere anche ad alta potenza.

(9:01) Andando avanti con gli anni si è pensato di cercare di montare dei radar a bordo dei satellite per fare cosa, (9:12) per pensare di generare delle immagini elettromagnetiche. (9:22) Quindi ci si trovava di fronte a un concetto fondamentale, un concetto di fisica, di fisica classica proprio, (9:33) che veniva, di cui negli anni passati ci si era scontrato per esempio con i telescopi per visualizzare gli oggetti o i bersagli che si trovano in lontananza.

(9:47) Bisognava girare su un parametro fondamentale, questo parametro è la risoluzione spaziale.

(9:58) Questo concetto è che vi dà anche una definizione scientifica della risoluzione spaziale.

Trascrizione Intervento Filippo Biondi

(10:04) La risoluzione spaziale è una distanza ed è una minima distanza affinché due oggetti possono essere distinti separatamente.

(10:16) Cioè se io c'ho due oggetti, questi, se questi due oggetti li faccio viaggiare nella distanza,

(10:28) quindi teniamo presente questo concetto della distanza perché poi lo troveremo nella radar ad apertore sintetica, (10:35) a un certo punto e noi li osserviamo con qualsiasi cosa, con una telecamera, con una macchina fotografica, (10:42) con qualsiasi cosa, a un certo punto questi due bersagli non li riconosceremo più separati perché la distanza è troppo alta. (10:54) Quindi installare un radar a 600 km di quota bisognava stare attenti alla risoluzione. (11:03) La fisica ci dice che la risoluzione spaziale, lo dice la slide, λ , (11:08) la risoluzione spaziale che si misura in metri è uguale a λ per R diviso due volte l'apertura.

(11:19) λ è la lunghezza d'onda del parametro della manifestazione fisica che io uso per telerilevare, posso usare qualsiasi cosa, (11:32) onde elettromagnetiche, quindi tutta la categoria di luce fino a raggi gamma, onde elettromagnetiche, onde acustiche, quindi materia, (11:44) anche la materia è una lunghezza d'onda, ce l'ha detto de Broglie nei tempi della meccanica quantistica. (11:51) Oppure, ecco appunto, posso usare per esempio degli elettroni, (11:57) quando per esempio dobbiamo usare il microscopio elettronico, il microscopio elettronico e elettronico sta per elettroni. (12:06) Quindi diviso due e vedete che λ e R stanno al numeratore, (12:10) ciò significa che più aumento R e più Δ diventa grande.

(12:15) Io però ho necessità di avere Δ piccolo perché è una minima distanza affinché due oggetti devono essere distinti separatamente. (12:24) Diviso due volte l'apertura. (12:27) Oh, tutto lì si gioca, tutto lì, l'apertura.

(12:33) Se io ho una macchina fotografica, per vedere bene i dettagli, (12:40) ho bisogno di avere una macchina fotografica con un'apertura grande, (12:48) perché devo avere una visione ampia di questa cosa, un'apertura grande. (12:58) Provate per esempio a fare una fotografia con una macchina fotografica senza obiettivo, si può fare, (13:05) ma quello che io ottengo è un qualcosa che non è la foto, (13:10) ottengo qualcosa ma non è la foto, devo inserire per forza l'obiettivo,

Trascrizione Intervento Filippo Biondi

(13:16) perché l'obiettivo mi fa in modo di guardare le cose come siamo abituati noi a vederle, (13:23) cioè dopo un processo di trasformata di Fourier. (13:28) Cosa è la trasformata di Fourier? (13:30) La trasformata di Fourier è quell'operatore matematico che mi, professore mi scusi il termine, (13:38) mi trasforma tutto ciò che onda in particella, (13:45) perché noi siamo abituati a vedere le cose compresse.

(13:49) Questa penna la vediamo perché abbiamo fatto un'operazione di trasformata di Fourier, (13:56) i nostri occhi stanno facendo istante veristante, stanno calcolando una trasformata di Fourier. (14:04) Quindi per montare un radar nello spazio c'era bisogno di progettare il sistema con una grossa apertura. (14:15) Se vi fate i conti questa apertura, quindi facendo la formula inversa, (14:23) posizionare, per esempio, imponendoci ad esempio una risoluzione spaziale pari a un metro, (14:31) vedete che l'apertura che io devo avere nello spazio deve essere molto grande, (14:38) chilometrica, 20 chilometri, 30 chilometri, (14:42) ciò significa che dovevamo bisognava installare nello spazio un'antenna lunga, 20 o 30 chilometri.

(14:52) Una cosa impossibile, non è possibile effettuare, cioè montare un pezzo di ferro lungo 20 chilometri (15:04) su un vettore spaziale per poi posizionarlo in orbita nello spazio. (15:11) A un certo punto ci fu un periodo per esempio negli anni 50 che questo progetto venne messo da parte (15:18) per sua irrealizzabilità, non è possibile. (15:25) E come si fa? E si fa così.

(15:30) Ci fu una persona chiamata Carl Willey, uno scienziato che lavorava per la Bell negli Stati Uniti, (15:43) che io definisco un eretico. C'è sempre la, lo scontro tra il pensiero ortodosso e il pensiero eretico. (15:56) Se voi guardate indietro nel tempo e analizzate quello che è successo nel tempo, analizziamo tutti noi, (16:05) scopriamo che il pensiero eretico vince sempre, vince sempre.

(16:11) Quindi eretico sta per aereo, aereo, aria, libertà. (16:20) Pradimento Carl che cosa disse? Disse che non aveva senso installare un antenna di 20-30 chilometri nello spazio. (16:31) Era stupido, era inutile.

(16:35) Lui disse tagliate un pezzo di quest'antenna, per esempio di 6 metri, lo tagliate col flessibile, (16:43) prendete il frullino e lo tagliate, veramente. (16:47) Poi prendete questo pezzo, questo

Trascrizione Intervento Filippo Biondi

frammento di ferro, lo impacchettate, lo mettete nel vettore e lo buttate nello spazio. (16:57) Poi ci penserà l'orbita a sintetizzare quello che vogliamo, pure 80 chilometri di antenna.

(17:05) Vedremo che noi abbiamo usato, e qui col colgo l'occasione per ringraziare, (17:11) i due provider americani che ci hanno dato, fornito gratuitamente, non solo a noi, (17:17) ma a tutti quanti, a tutta la comunità scientifica, a tutte le persone, (17:24) gratuitamente i dati satellitari con un'apertura pari a 80 chilometri. (17:29) Un'apertura di 80 chilometri significa una risoluzione spaziale a terra di circa 6 o 7 centimetri. (17:41) Molto buona, una risoluzione molto buona.

(17:45) Ok, quindi vedete, ci pensa l'orbita, o in questo caso è l'aereo, ma non fa niente, (17:52) uno può immaginare un satellite che vola nello spazio e qui vi dico che i satelliti (17:59) per il telerilevamento solitamente viaggiano in un'orbita circolare, (18:05) polo sud, polo nord, polo sud, polo nord, e poi la terra gli gira sotto (18:12) e l'eclittica rimane sempre costante per questioni di fisica geodetica, (18:19) polo sud, polo nord, e quindi la terra gli gira sotto. (18:23) I satelliti, almeno una volta al giorno, sono in grado di fare una fotografia (18:29) su qualsiasi punto della terra, almeno una volta al giorno. (18:32) Quindi sono molto, dal punto di vista scientifico, sono molto accattivati.

(18:38) Superato il problema dell'apertura. (18:41) In questo caso noi facciamo delle scansioni a divisione di tempo (18:47) e nello stesso modo viene sintetizzata, sintetizzata virtualmente, (18:55) ma veramente una apertura lunga come vogliamo noi, anche 80-100 km, (19:04) non fa niente, perché quello che ci interessa è avere la massima risoluzione a terra. (19:13) Quindi il satellite che fa? (19:15) Il satellite, cerco di non dilungarmi tanto perché sennò immagino che sia pesante, (19:21) però cercherò di dirlo in maniera semplice che tutti quanti noi possiamo capire come funziona.

(19:30) Praticamente il satellite che cosa fa? (19:32) Nel momento in cui effetto alla scansione chiamiamolo nella direzione dell'orbita (19:38) e questa direzione dell'orbita la chiamiamo azimuth, (19:42) che cosa fa? (19:43) Trasmette degli impulzi elettromagnetici a terra e ne riceve gli echi. (19:48) Ricervento questi echi vengono digitalizzati, messi sulla memoria di bordo, (19:55) poi

Trascrizione Intervento Filippo Biondi

quando il satellite raggiunge per esempio un punto di scarico, (19:59) buttati i dati a terra, i dati poi vengono distribuiti alle persone. (20:08) Solitamente questi dati non sono fruibili direttamente, (20:13) ma vanno elaborati per ottenere una immagine.

(20:21) Per esempio, ecco, guardate questa macchinetta che si vede qua. (20:35) Guardate, nel momento in cui il satellite percorre la sua orbita, (20:38) vedete, le onde che trasmette vengono compresse da una parte ed espresse dall'altra. (20:48) Allora questo effetto si chiama effetto doppler, (20:51) è solo per capire tutti quanti che la parte azimutale dell'immagine (21:00) viene sintetizzata con i suoni, (21:06) perché casualmente la banda doppler ricade esattamente nella banda acustica.

(21:13) Allora con il professor Malanga, acustica ci siamo un po', abbiamo concentrato i nostri sforzi (21:22) nella, in questa parola, acustica. Perché acustica? (21:28) Perché a noi ci interessava a guardare sotto le piramidi (21:31) e dobbiamo comprendere tutti quanti che l'interazione elettromagnetica (21:37) con la materia è soltanto superficiale, non si possono far i miracoli. (21:44) Sì, io posso essere in grado di trasmettere un gigawatt di energia fotonica (21:50) e magari ottenere 20 o 30 metri di penetrazione ma forzata nella materia.

(21:57) Sì, ma chi te li dà 30, 10 gigawatt è impossibile. (22:02) Allora abbiamo pensato di sfruttare l'energia acustica, di sfruttare il fonone. (22:11) Perché? Perché il suono, la manifestazione fisica del suono, (22:16) che altri non è che vibrazione della materia, si propaga molto bene appunto nella materia (22:24) e più questa materia è densa e più la velocità di propagazione del suono è elevata.

(22:31) Quindi il granito è un invito proprio a nozze per il suono. (22:37) E questo è importante. (22:44) Questo è rada dalla d'apertura sintetica.

(22:47) Quindi trasmette dei segnali, cosiddetti segnali chirp, (22:52) fatti in questo modo per risolvere la dimensione del range, (22:57) mentre nell'Azimuth, vedete, sentite? (23:04) Abbiamo un effetto doppler. (23:06) Quindi ci è capitato a tutti quanti, (23:10) che noi troviamo di fronte a noi mentre guidiamo l'automobile che ci viene di fronte, (23:14) magari suona, quando l'automobile è in prossimità in avvicinamento, (23:20) il claxon rispetto al suo zero doppler, (23:24) quindi alla frequenza per il quale è stato dimensionato il claxon, (23:28) c'ha una frequenza più alta. (23:30)

Trascrizione Intervento Filippo Biondi

Poi appena ci passa al nostro trasverso, (23:35) ascoltiamo la sua frequenza sonora originale, (23:39) per poi quando va dietro la frequenza si abbassa.

(23:43) Quindi questo fenomeno fisico serve per risolvere l'altra dimensione dell'immagine. (23:51) Qua bene, qui per me è stato importante cercare di spiegare questa cosa (23:59) con parole semplici. (24:01) Vedete qui questo schema? (24:03) Qui ci abbiamo un radar satellitare, (24:05) questo è il disegno di Terra Sarix, (24:08) ed è un radar tedesco, molto buono.

(24:13) Vedete, esso vola lungo l'orbita (24:17) e ipotizziamo che debba fare la fotografia, (24:20) scattare la fotografia a queste tre case. (24:24) Quello che noi riceviamo, vedete, sono questi equi, (24:27) questi sono gli equi radar, vedete? (24:30) Questi sono i dati che noi riceviamo, (24:32) e sono soltanto questi. (24:34) Non è che noi vediamo le immagini delle case subito, (24:37) devono essere elaborati.

(24:39) Perché? Perché questa immagine che vedete (24:42) è come quella fotografia che io vi ho detto (24:47) scattata senza la lente, (24:49) perché qui dobbiamo fare ancora la trasformata di Fourier. (24:55) E come si fa la trasformata di Fourier? (24:57) Si fa così. (24:58) Si prende il segnale di riferimento trasmesso, (25:00) il cosiddetto segnale CIRP, (25:03) viene fatto l'integrale di convoluzione (25:06) con la parte, chiamiamola di lontananza, (25:10) di questi goccioloni che stanno qua, (25:12) vedete? (25:13) E noi stiamo facendo la cosiddetta compressione in range.

(25:17) Quindi stiamo cercando di risolvere (25:19) la prima parte dell'immagine. (25:21) Vedete? (25:22) Poi abbiamo compresso la prima parte dell'immagine, (25:26) poi prendendo il segnale di riferimento, (25:29) e cioè le frequenze Doppler che noi abbiamo ricevuto, (25:33) otteniamo i tre oggetti. (25:37) Quindi siamo passati da una situazione di onda, (25:40) dopo un processo di trasformata di Fourier, (25:43) abbiamo la particella.

(25:46) Le particelle sono ben definite localizzate (25:50) nello spaziotempo, (25:52) perché la loro localizzazione (25:54) viene sempre effettuata allo zero Doppler. (25:59) Questo è un parametro importante. (26:04) Ok.

(26:05) Vedete? (26:06) Questo è un altro esempio di focalizzazione. (26:10) Vedete i oggetti che

Trascrizione Intervento Filippo Biondi

vengono visualizzati (26:14) non come dei puntini, (26:18) seppur particelle, (26:20) ma vengono visualizzate con una funzione particolare, (26:23) e cioè dal seno cardinale, (26:25) che è il seno di x su x , (26:28) la cosiddetta sinc. (26:31) Questo ci fa capire un altro concetto molto importante, (26:34) che il professore Malanga ha stressato, (26:38) non so da quanti anni, (26:40) nel cercare, (26:42) nello spiegare, (26:44) nello spiegare in maniera precisa, (26:46) la differenza che c'è tra territorio e mappa del territorio.

(26:52) Allora, noi, (26:55) esseri umani che stiamo qui, (26:58) sarà sempre impossibile (27:03) visualizzare il territorio, (27:05) ma quello che noi guardiamo, (27:08) anche con le apparecchiature, (27:09) in questo caso con radar, (27:11) è sempre una mappa del territorio. (27:14) Cioè, ciò significa che la nostra mappa del territorio (27:16) è questa funzione, (27:18) $\sin x$ su x e questa sinc. (27:21) Noi non vedremo mai un puntino, (27:24) ma vedremo sempre (27:25) una funzione che approssima il puntino.

(27:30) Ok. (27:32) Qui possiamo andare avanti. (27:36) Questa è la parte della focalizzazione, (27:38) sia in range, sia in azimuth, (27:40) per avere l'immagine satellitare, (27:43) per poi arrivare finalmente, signore e signori, (27:47) alla funzione, (27:48) alla nostra funzione, (27:50) $\sin x$ su x , (27:53) bidimensionale, (27:54) dove ci abbiamo i valori della risoluzione (27:57) nel range (27:58) e i valori della risoluzione nel azimuth.

(28:01) Abbiamo finalmente ottenuto (28:03) un'immagine satellitare. (28:05) Bene. (28:07) Vi mostro alcune applicazioni (28:09) del radar ad apertura sintetica.

(28:12) Per esempio, è doveroso dire (28:14) quello che si trova oggi (28:16) nello stato dell'arte, (28:17) a cosa serve (28:18) l'impiego del radar ad apertura sintetica. (28:22) Noi lo impieghiamo in maniera massiva, (28:26) per esempio, per effettuare (28:27) il controllo oppure il monitoraggio (28:30) del territorio. (28:33) È molto importante.

(28:34) Perché? (28:35) Perché il radar ad apertura sintetica (28:37) ha una precisione molto elevata, (28:39) ha una precisione submillimetrica. (28:42) Cioè significa che, (28:44) se io posiziono il radar nello spazio (28:47) e guardo un oggetto che si trova a terra, (28:50) se questo oggetto si

Trascrizione Intervento Filippo Biondi

sposta (28:52) nello spazio di pochissimo, (28:56) di pochissimo, (28:58) il radar si accorge. (29:00) Il radar è capace di apprezzare (29:06) movimenti submilimetrici (29:07) degli oggetti che si trova a terra.

(29:11) Vi faccio vedere questo semplicissimo video, (29:15) brevissimo video che... (29:23) Stiamo simulando un interferometro. (29:30) Abbiamo due sorgenti (29:33) elettromagnetiche coerenti, vedete. (29:43) Stiamo generando energie al elettromagnetica (29:47) con un primo radar (29:50) con il secondo radar, vedete.

(29:55) Cosa ottengo? (29:57) Ottengo una figura di interferenza.

Ottengo una figura di interferenza. (1:07) Contrattica interfering.

(1:10) Cioè noi otteniamo nello spazio delle zone dove la densità di potenza elettromagnetica è nulla, (1:18) interferenza distruttiva, e zone dove la densità di potenza è molto elevata, (1:27) interferenza costruttiva. (1:29) Ok. (1:30) A cosa ci serve questo? (1:32) Questo ci serve per stimare, vedete, nel momento in cui io uso due radar, per esempio, (1:42) posso stimare le cosiddette frange interferometriche della terra.

(1:48) Le frange interferometriche mi servono per stimare la topografia della terra. (1:57) Negli anni 80, dalla missione SRTM dello Schattel, questo è molto importante, (2:05) venne fatta la topografia, quindi disegnare la topografia per la prima volta di tutta la terra, (2:12) usando dei radar ad apertura sintetica, un cosiddetto interferometro che era montato sullo Schattel. (2:21) A cosa ci serve questo? (2:23) Questo, ad esempio, questa tecnica ci potrebbe servire, va bene, parti il vino ma non fa niente, ve lo descrivo a voce, (2:45) per stimare le spaccature della terra.

(2:48) Le spaccature della terra sono stimate per misurare, per studiare i terremoti. (2:59) I movimenti della terra. (3:03) Allora, qui passiamo poi in maniera più precisa a quello che abbiamo fatto su questo progetto.

(3:14) Allora, su questo progetto io vi descriverò brevemente come si fa a trasformare l'energia fotonica in energia fononica. (3:24) Questo è importante. (3:26) Allora, con il professore ci siamo accorti che qualsiasi fotografia, sia fotografia fatte con macchine fotografiche, (3:37) sia quella fatte

Trascrizione Intervento Filippo Biondi

con il radar ad apertura sintetica, l'imaging non è perfetto, è sempre mosso, sempre.

(3:46) Perché questo? Perché tutto si muove? (3:48) Magari con la telecamera non si può vedere bene, ma il radar, come ho detto prima, (3:54) siccome ha una precisione molto elevata, molto elevata, allora esso è capace di rilevare i movimenti sub-millimetrici della terra. (4:10) E quindi noi che cosa abbiamo fatto? (4:12) Ci siamo inventati un metodo, il cosiddetto metodo delle sottoaperture Doppler, (4:17) dove non impiegavamo tutta la sintesi orbitale per generare un'immagine ad altissima risoluzione, che non ci serviva niente. (4:28) Allora noi abbiamo cercato di vedere con successo che cosa succedeva se rinunciavamo a un poco di risoluzione a terra, (4:42) per esempio la metà, rinuncio alla metà della risoluzione.

(4:45) Guardo le cose con meno dettagli, non fra niente. (4:50) Però è quindi sintetizzare le immagini per esempio con metà banda Doppler, con metà orbita, (4:59) e poi effettuare una scansione nel tempo, nell'orbita. (5:05) Questo ci è servito per dimostrare che è possibile trasformare un'onda elettromagnetica in un segnale fononico, (5:15) perché nel momento in cui facevamo la scansione intraorbitale e applicando degli algoritmi di tracciamento del pixel, (5:24) ci siamo accorti che questo pixel si muoveva in maniera coerente con il movimento della terra, tutto si muove.

(5:34) Questo movimento, quella stima di questo movimento, applicato sulle piramidi, dove le piramidi già sapevamo che venivano mosse, (5:44) venivano messe in vibrazione dal vento in primis, dalle attività umane del Cairo per secondo, (5:53) e anche da un fenomeno importantissimo, e cioè dell'interazione fotone fonone che ha la materia. (6:07) Nel senso che il radar ad apertura sintetica trasmette degli impulsi elettromagnetici a terra, (6:13) questi impulsi elettromagnetici una parte torna al ricevitore, (6:19) un'altra parte viene trasformata in fononi, fononi molto pregiati perché ci siamo accorti che mantenevano la coerenza del segnale trasmesso. (6:37) Questi fononi andavano sotto terra, quindi venivano, tra virgolette, riflessi, (6:47) quindi tornavano indietro da ciò che incontravano sotto terra e li andavamo a rilevare nuovamente in termini di onde vanescenti sulla superficie della terra.

Trascrizione Intervento Filippo Biondi

(7:03) Una cosa che non abbiamo, cioè siamo rimasti così, e la cosa era fattibile. (7:10) Quindi, andando a rilevare queste anomalie doppler intese essere onde vanescenti che risultavano visibili sulla superficie della terra, (7:22) cosa abbiamo fatto? (7:27) Mi piace sempre dire questo che abbiamo progettato un giradischi spaziale dove il disco, il vinile e la terra, (7:39) la testina del giradischi e l'onda elettromagnetica e la luce, (7:45) l'interazione fotone fonone è la puntina, cioè ciò che trasmette e l'interfaccia, (7:53) ciò che modifica esatto l'informazione di una natura in una informazione di altra natura. (8:07) Ok, e poi praticamente l'appetito che ci è venuto mangiando, quindi praticamente non è che siamo passati subito a guardare sotto terra.

(8:16) Vediamo un po' di capire che cosa succede. (8:19) Vediamo un po' di capire di che entità parliamo, quanto robuste erano queste vibrazioni che stimavamo. (8:30) Allora, qui vi faccio vedere per esempio le vibrazioni che abbiamo stimato sui cavi ad alta tensione che rilevavamo da radar.

(8:42) Vedete questi cavi ad alta tensione? (8:44) Perché il cavo ad alta tensione, non so se ci avete mai fatto caso, se siete passati sotto i cavi ad alta tensione, (8:49) si sente il ripple di questi cavi perché vengono messi in oscillazione dall'alta tensione che li fa vibrare. (8:57) Quello che ascoltiamo noi è il rumore. (8:59) Quindi questo rumore noi l'abbiamo ripreso da radar, quindi dallo spazio.

(9:07) Ok, e poi praticamente noi, dopo che abbiamo fatto questi esperimenti, abbiamo detto corrado qua, (9:14) dobbiamo cercare di fare un algoritmo per effettuare la cosiddetta inversione tomografica. (9:20) Cos'è? (9:21) Thomas significa fetta. (9:23) Se noi abbiamo avuto la possibilità di stimare le vibrazioni evanescenti sulla superficie della terra, (9:35) perché no, allora era possibile guardare sotto terra, perché lo dice la matematica.

(9:41) Quindi vedete, questo è un modello che noi abbiamo dimensionato come delle molle, vedete, delle molle, (9:54) e con queste molle erano agganciate delle masse. (9:58) Quindi le molle che vibrano, agganciate delle masse facendo la trasformata di Fourier del segnale fononico, (10:08) abbiamo ricreato la lente che ci ha permesso di vedere sotto terra. (10:20) Ok, vi propongo solo alcune cose del passato che abbiamo fatto con corrado, (10:26) ma solamente per ribadire il fatto

Trascrizione Intervento Filippo Biondi

che, e su questo ringrazio questo signore, (10:34) molto gentile che rispetto tantissimo, che ci ha fatto un favore grandissimo, pur non ci dandoci, (10:52) ci ha fatto un favore grandissimo perché ha validato la nostra tecnica, in quanto lo Scampiramid Project, (11:00) mesi dopo che noi avevamo già pubblicato la presenza del famoso corridoio, (11:06) il corridoio che è soprannominato il corridoio della discordia, (11:13) ci ha avallato la nostra teoria, quindi io sono contentissimo, anzi, lo ringrazio, (11:19) che comunque ha fatto in modo di validare la nostra tecnica.

(11:27) Io mi scuso se sono un po' noioso nel farvi le formule, nel magari spiegarvi delle cose, (11:34) però purtroppo le dobbiamo capire tutti insieme, così almeno siamo più tranquilli. (11:39) Vi mostro solamente un paio di esempi, dove noi abbiamo applicato la tecnica (11:48) del radar ad apertura sintetica, versione fononica, per osservare ad esempio (11:54) delle grosse infrastrutture che noi abbiamo sul nostro territorio nazionale, (12:00) che è il laboratorio del Gran Sasso. Il laboratorio del Gran Sasso è un laboratorio di fisica (12:06) che si trova a circa 1400 metri di profondità, di profondità se misurato (12:13) dall'apice del Gran Sasso, quindi dal corno grande, dall'apice del Gran Sasso.

(12:21) Vedete, questa fotografia è la, chiamiamo la tomografia che abbiamo stimato, (12:29) era una delle prime tomografie che mi piace sempre farla vedere, perché è bellissima, (12:33) da mio punto di vista, è bellissimo, io direi, rascenta il bazzinga in questo, a parte di scherzi. (12:53) E riusciamo, siamo riusciti a vedere il INFN, l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, (13:00) quindi il laboratorio del Gran Sasso con dei tratti del Traforo. (13:05) Eccolo qua, questo è un ingrandimento, vedete c'è l'interferometro, pure si vede che (13:09) quella punta che vedete alla fine è un interferometro, e da qui torna sempre l'interferometro, (13:15) noi siamo gli esseri viventi coerenti, noi viviamo all'interno di domini di coerenza, (13:24) il nostro mantra è la coerenza, quindi è la risonanza, ma anche i fisici ce l'hanno, giustamente, (13:29) perché l'interferometro non può funzionare in una situazione incoerente, quindi ci sanno sempre (13:36) dei laser che generano luce coerente e poi fatti mischiati in frange di interferenze costruttive e distruttive.

(13:51) Va bene, io vado di fretta perché poi lascio la parola a professore, (13:57) vi faccio

Trascrizione Intervento Filippo Biondi

solamente un altro caso di studio, allora questa è la, vi presento la diga di Musul, (14:03) che è una diga enorme, e noi volevamo capire se era possibile guardare dentro la diga. (14:11) Vedete, la diga all'interno c'è una galleria grande, c'è una rossa galleria (14:16) e una ditta italiana importante, la Trevi, orgoglio italiano, è stata commissionata dal governo dell'Irak (14:28) per effettuare, ma tuttora ci va, per effettuare il consolidamento della diga, (14:34) perché la diga piano piano questa, se ne sta andando via, sta franando questa diga (14:38) e ha bisogno di manutenzioni continue. (14:40) Insomma, all'interno della diga di Musul c'è una galleria, la cosiddetta galleria dei servizi (14:46) e vedete, questa, vi propongo la tomografia della diga di Musul, vedete, il tratto più scuro questo qui, (14:58) più blu, orizzontale, è la tomografia della galleria, così, la fretta della diga di Musul, (15:07) però c'eravamo accorti che non è che si vedeva solo la galleria, si vedevano altre cose carine, (15:13) ve le volevo proporre, e vedete, vedete come siamo arrivati a vedere la zona delle turbine, (15:23) quindi riuscivamo a fare la fotografia delle turbine della diga di Musul, (15:28) perché la diga di Musul, oltre a frenare l'acqua, quindi creare l'invaso per l'accumulo dell'acqua (15:34) e per impieghi agricoli effettuava anche la generazione di corrente mediante energia idroelettrica.

(15:48) Quindi abbiamo effettuato l'immagine delle turbine, queste sono altre turbine che abbiamo visto, (15:59) vedete, questo qua è solo per mostrarvi che è possibile visualizzare la zona, chiamiamo la tecnica, (16:07) che si trova dentro la diga, dentro la diga della struttura energetica di Musul. (16:17) Ok, un ultimo caso di studio è quello del traforo del sangottardo, (16:22) e quindi abbiamo creato, abbiamo generato l'immagine del sottosuolo dell'impianto del sangottardo, (16:37) e come vedete si vede, vedete la galleria che sta inserita dentro la montagna. (16:45) Questa è molto carina, questa mi piace.

(16:49) Eccola qua, questa è la galleria che si trova dentro, veramente ha tanti metri di profondità insomma. (16:58) Ok, solo per dire, allora questo metodo è stato sottomesso un brevetto, (17:09) PCT, quindi un brevetto internazionale attualmente attivo su un'alta, questo brevetto. (17:16) Vediamo un po' il futuro, cosa ci aspetterà.

(17:21) Ok, io ho finito, passo la parola al professor.