

AstroRussell: un esperimento sulla Stazione Spaziale Internazionale del Liceo Matematico Bertrand Russell di Roma

Davide Passaro, Giuseppe R. Casale (Liceo Bertrand Russell - Roma)
 con la collaborazione del Dip. di Matematica Università di Tor Vergata - Roma

A partire dall'a.s. 2017-2018 è stato attivato nel Liceo Bertrand Russell di Roma il percorso di Liceo Scientifico Matematico (LSM) sotto la supervisione dei referenti del Dipartimento di Matematica dell'Università di Roma Tor Vergata.

In questo poster è presentata una delle attività realizzate in una classe seconda del Liceo Matematico basata sul percorso realizzato nel precedente anno sul pensiero algoritmico e il coding nel linguaggio Python.

Tutte le esperienze si sono incentrate sull'"analisi dei dati" e hanno avuto come obiettivo quello di mostrare dei "problemi aperti" di cui non è nota soluzione e che sono oggetto di ricerca. In particolare, gli studenti hanno affrontato la problematica di sviluppare un algoritmo di classificazione di immagini da satellite raccolte dall'esperimento Astro Pi dell'ESA.

AstroRussell: classificazione delle immagini da satellite.

Un gruppo di studenti del liceo matematico ha partecipato al concorso ASTRO PI promosso dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) proponendo:

- la classificazione di immagini da realizzare in tempo reale a bordo della Stazione Spaziale Europea (ISS) nelle classi mare, terra, nuvole/ghiaccio e bordo oblò ISS;

- una analisi della dimensione frattale delle nuvole.

Il primo algoritmo è stato sviluppato dagli studenti cercando le bande e gli intervalli di valori che meglio individuavano le diverse classi sfruttando l'idea di passare da RGB a HSV, uno spazio di colori più vicino alla sensibilità dell'occhio umano. Per la dimensione frattale è stato utilizzato l'algoritmo standard del box counting.

Le "regole del concorso" e l'apparato sperimentale:

- Fase 1: progettazione dell'esperimento
- Fase 2: realizzazione del codice da far girare sul Raspberry Pi presente nella stazione spaziale
- Fase 3: Realizzazione dell'esperimento nelle tre ore di tempo a disposizione
- Fase 4: analisi dei dati e scrittura del report dell'esperimento realizzato.

La progettazione e la realizzazione erano fortemente vincolate dalle specifiche richieste dall'ESA. L'hardware si basava su un Raspberry Pi 1, la scheda con sensori Sense-Hat e una camera NIR.

L'esperimento doveva girare in autonomia per 3 ore inviando agli astronauti ogni 5 minuti la conferma del suo funzionamento tramite matrice led.

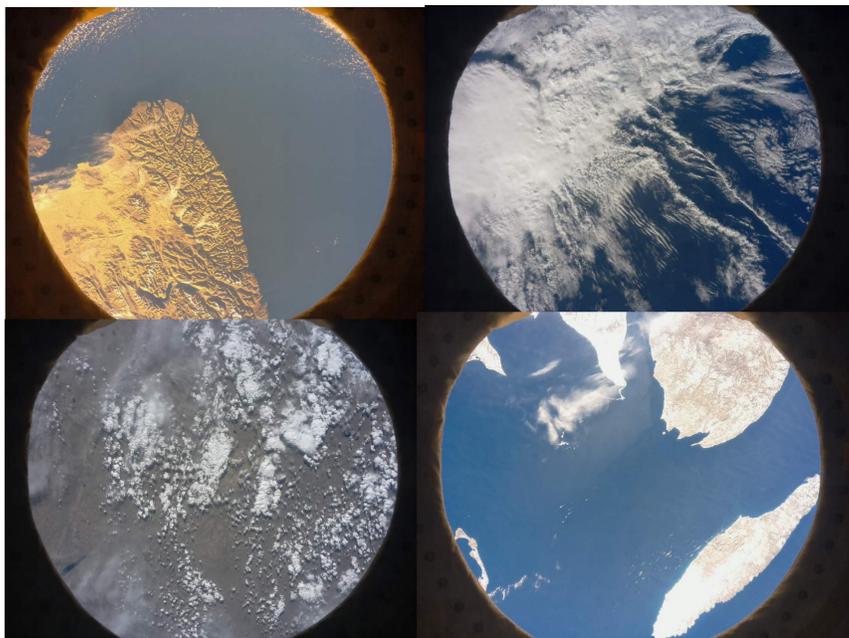


Fig. 1: Esempi di immagini raccolte dall'esperimento AstroRussell durante le 3 ore in cui ha girato sulla ISS.



Fig.2: Apparato sperimentale a bordo della ISS: Raspberry Pi e scheda con sensori Sense-Hat e telecamera nel vicino infrarosso



Fig. 3: esempio di classificazione della classe nuvole e mare.

Analisi risultati algoritmo di classificazione iniziale					Analisi risultati algoritmo di classificazione modificato				
	Sea	Ground	Cloud	Edge		Sea	Ground	Cloud	Edge
Positive	20	6	21	60	Positive	20	12	26	60
Intermediate	12	7	22	0	Intermediate	12	2	17	0
Negative	15	7	17	0	Negative	15	6	17	0
Total	47	20	60	60	Total	47	20	60	60

Fig.4: Risultati dall'analisi realizzata sull'algoritmo di classificazione (iniziale e modificato dopo la ricezione dei dati) attraverso l'ispezione visuale realizzata dagli studenti sulle singole immagini



Fig.5: Esempi di immagini con la classe nuvola su cui è stato calcolato il valore della dimensione frattale. Immagine in alto: 1.5263, immagine in basso 1.5361. Dai test fatti si conferma che immagini "più frastagliate" sono caratterizzate da dimensione frattale differente. Un dataset più ampio sarebbe stato necessario per ulteriori analisi

Fig.6: Videoconferenza finale degli 11 progetti vincitori con l'astronauta dell'ESA Frank De Winne. Il gruppo AstroRussell del liceo matematico è stato selezionato fra i vincitori



Una riflessione didattica

Gli studenti si sono cimentati nel progettare realizzando un esperimento "complesso" e nell'analisi di un dataset ampio.

- Essendo la classificazione un problema aperto, hanno sperimentato la difficoltà del non riuscire a trovare "la soluzione".

- Hanno realizzato tanti tentativi usando gli strumenti a loro disposizione (es. media dell'immagine, deviazione standard, media dei pixel vicini, ecc..).

- Hanno appreso che una immagine è in realtà una matrice ed hanno imparato a fare alcune semplici operazioni sulla matrice o su parti di questa.

- Hanno avuto una infarinatura sul concetto di frattale e di dimensione frattale

[1] Sito Astro Pi ESA: <https://www.esa.int/Education/AstroPI>

[2] Report del gruppo AstroRussell selezionato fra i vincitori:
http://esamultimedia.esa.int/docs/edu/AstroRussell_final_report.pdf

[3] Jensen, J.R., 1996, *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2nd Ed.

[4] Theiler J., *Estimating fractal dimension*, *J. Optical Society of America*, 7 (1990) 1055-1073.

[5] K.N.R.A.K. Madhushani and D.U.J. Sonnadara, *Fractal Analysis of CloudShapes*, *Proceedings of the Technical Sessions*, 28 (2012) 59-64 available at:
<https://pdfs.semanticscholar.org/f94c/6b5c3727c2b6043b14b22bd092e2cc29e325.pdf>