



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Allineamento, Denoising e Stacking di immagini lunari mediante tecniche tradizionali e Unsharp Masking basato su Deep Learning

Facoltà di Ingegneria dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea Triennale in Ingegneria Informatica

Andrea Spinelli

Matricola 1985877

Relatore

Prof. Thomas Alessandro Ciarfuglia

Anno Accademico 2023/2024

Allineamento, Denoising e Stacking di immagini lunari mediante tecniche tradizionali e Unsharp Masking basato su Deep Learning

Laurea Triennale. Sapienza Università di Roma

© 2024 Andrea Spinelli. Tutti i diritti riservati

Questa tesi è stata composta con \LaTeX e la classe Sapthesis.

Email dell'autore: andreaspinelli2002@gmail.com

*«tutta colpa della Luna, quando si avvicina troppo alla Terra fa impazzire tutti»
— William Shakespeare*

Sommario

abstract

Indice

1	Introduzione	1
1.1	Evoluzione dell'astrofotografia	1
1.1.1	Breve storia e sviluppo tecnologico	1
1.2	Strumentazione e tecniche moderne	1
1.2.1	Hardware utilizzato	1
1.2.2	Software e algoritmi nell'astrofotografia	1
1.3	Rumori e artefatti nelle immagini astronomiche	1
1.3.1	Rumore termico	1
1.3.2	Rumore del sensore	1
2	Tecniche di elaborazione delle immagini astronomiche	2
2.1	Calibrazione delle immagini	2
2.1.1	Bias Frames	2
2.1.2	Dark Frames	2
2.1.3	Flat Frames	2
2.2	Allineamento delle immagini	2
2.2.1	Feature Detection e Matching ORB, SIFT e SURF	2
2.2.2	Trasformazioni omografiche	3
2.3	Pre-processing delle immagini	3
2.3.1	Denoising tramite reti neurali: DnCNN	3
2.3.2	Unsharp Masking e personalizzazione	3
2.4	Tecniche di Stacking	3
2.4.1	Principi e vantaggi dello stacking	3
2.4.2	Algoritmi di stacking	3
2.5	Post-Processing delle immagini	3
2.5.1	Miglioramento del contrasto	3

3	Implementazione del Progetto	4
3.1	Architettura del software	4
3.1.1	Calibrazione	4
3.1.2	Allineamento	4
3.1.3	Pre-processing	4
3.1.4	Stacking	4
3.1.5	Post-processing	4
3.2	Sfide affrontate e soluzioni adottate	4
4	Valutazione dei Risultati e Metriche di Qualità	5
4.1	Metriche di valutazione con riferimento	5
4.1.1	SSIM (Structural Similarity Index Measure)	5
4.1.2	SNR (Signal-to-Noise Ratio)	5
4.2	Metriche di valutazione senza riferimento	5
4.2.1	NIQE (Naturalness Image Quality Evaluator)	5
4.2.2	BRISQUE (Blind/Referenceless Image Spatial Quality Evaluator)	5
4.2.3	LIQE (Language-Image Quality Evaluator)	5
4.3	Motivazione della scelta di LIQE come metrica di riferimento	5
4.4	Analisi e miglioramenti ottenuti	5
4.4.1	Effetti della calibrazione	5
4.4.2	Impatto del denoising	5
4.4.3	Benefici dello stacking	5
4.4.4	Miglioramenti con sharpening e contrasto	5
	Conclusions	6
	Acknowledgements	7

Capitolo 1

Introduzione

1.1 Evoluzione dell'astrofotografia

1.1.1 Breve storia e sviluppo tecnologico

L'astrofotografia

1.2 Strumentazione e tecniche moderne

1.2.1 Hardware utilizzato

1.2.2 Software e algoritmi nell'astrofotografia

1.3 Rumori e artefatti nelle immagini astronomiche

1.3.1 Rumore termico

1.3.2 Rumore del sensore

Capitolo 2

Tecniche di elaborazione delle immagini astronomiche

2.1 Calibrazione delle immagini

2.1.1 Bias Frames

2.1.2 Dark Frames

2.1.3 Flat Frames

2.2 Allineamento delle immagini

2.2.1 Feature Detection e Matching ORB, SIFT e SURF

orb [1]

2.2.2 Trasformazioni omografiche

2.3 Pre-processing delle immagini

2.3.1 Denoising tramite reti neurali: DnCnn

2.3.2 Unsharp Masking e personalizzazione

2.4 Tecniche di Stacking

2.4.1 Principi e vantaggi dello stacking

2.4.2 Algoritmi di stacking

2.5 Post-Processing delle immagini

2.5.1 Miglioramento del contrasto

Capitolo 3

Implementazione del Progetto

3.1 Architettura del software

3.1.1 Calibrazione

3.1.2 Allineamento

3.1.3 Pre-processing

3.1.4 Stacking

3.1.5 Post-processing

3.2 Sfide affrontate e soluzioni adottate

Capitolo 4

Valutazione dei Risultati e Metriche di Qualità

4.1 Metriche di valutazione con riferimento

4.1.1 SSIM (Structural Similarity Index Measure)

4.1.2 SNR (Signal-to-Noise Ratio)

4.2 Metriche di valutazione senza riferimento

4.2.1 NIQE (Naturalness Image Quality Evaluator)

4.2.2 BRISQUE (Blind/Referenceless Image Spatial Quality Evaluator)

4.2.3 LIQE (Language-Image Quality Evaluator)

4.3 Motivazione della scelta di LIQE come metrica di riferimento

4.4 Analisi e miglioramenti ottenuti

4.4.1 Effetti della calibrazione

4.4.2 Impatto del denoising

4.4.3 Benefici dello stacking

4.4.4 Miglioramenti con sharpening e contrasto

Conclusions

conclusion

Acknowledgements

Acknowledgements

Bibliografia

- [1] Ethan Rublee et al. «ORB: An efficient alternative to SIFT or SURF». In: *2011 International Conference on Computer Vision*. IEEE, nov. 2011, 2564–2571. DOI: 10.1109/iccv.2011.6126544. URL: <http://dx.doi.org/10.1109/ICCV.2011.6126544>.