

# Spectral Super-Resolution with Generative Adversarial Networks

Daniel Rojas Pérez

**Resum**– Proponemos generative adversarial networks como una solución de propósito general para la superresolución espectral de imágenes de satélite. Los datos hiperespectrales (HS) son la interpretación más precisa de la superficie, ya que proporcionan información espectral fina con cientos de bandas contiguas estrechas en comparación con los datos multispectrales (MS) cuyas bandas cubren porciones de longitud de onda más grandes del espectro electromagnético. Esta diferencia se nota en aplicaciones como la agricultura, las geociencias, la astronomía, etc. Sin embargo, los sensores HS carecen de naves espaciales de observación terrestre debido a su alto costo. La red propuesta aprende el mapeo de una imagen de entrada de MS a una imagen de salida de HS, generando +15x más bandas que la entrada dada. Los resultados se miden con diferentes enfoques: interpretación visual, métricas estadísticas y aplicación a la clasificación de cultivos. Demostramos que logramos aplicaciones altamente utilizables (por hacer)

**Paraules clau**– generative adversarial networks, hyperspectral imaging, multispectral imaging, spectral resolution, super-resolution

**Abstract**– We propose generative adversarial networks as a general-purpose solution to spectral super-resolution of satellite imagery. Hyperspectral (HS) data is the most accurate interpretation of surface as it provides fine spectral information with hundreds of narrow contiguous bands as compared to multispectral (MS) data whose bands cover bigger wavelength portions of the electromagnetic spectrum. This difference is noticeable in applications such as agriculture, geosciences, astronomy, etc. However, HS sensors lack on earth observing spacecraft due to its high cost. The proposed network learns mapping from an MS input image to an HS output image, generating +15x more bands than the given input. The results are measured with different approaches: visual interpretation, statistical metrics and application to crop classification. We show that we achieve highly usable applications (to do)

**Keywords**– generative adversarial networks, hyperspectral imaging, multispectral imaging, spectral resolution, super-resolution



## 1 INTRODUCTION

EARTH observation data is understood as the gathering of information of the surface and atmosphere of earth from a high altitude through remote sensing technical procedures via sensors built in satellites. These sensors often acquire information not only from the three main visible wavelength bands but from finer spectral resolution (width of each band of the spectrum), covering also

near infrared (NIR) and short-wave infrared (SWIR) wavelength bands that offer unique remote sensing capabilities. This spectrally different resolution data is classified into multispectral (MS) and hyperspectral (HS) data. HS imaging uses continuous and contiguous ranges of wavelengths (e.i. 400 - 1100 nm in steps of 1 nm) whilst MS imaging uses a subset of targeted wavelengths at chosen locations (e.i. 400 - 1100 nm in steps of 20 nm)(\*). There are a handful of MS sensors (i.e., EO-1 ALI, Landsat 7 ETM+, Landsat 8 OLI) covering most of the surface of the earth with high spatial and temporal resolution. Alternatively, HS sensors (i.e., EO-1 Hyperion) are fewer and only cover specific small areas due to the scenes' small swath, with poor spatial and temporal resolution. In order to support the shortage of hyperspectral imaging, imaging spectroscopy transformation techniques can be proposed for

---

• E-mail de contacte: daniel@rojas.ai  
 • Menció realitzada: Computació  
 • Treball tutoritzat per: Dr. Felipe Lumbreras Ruíz (Departament de Ciències de la Computació)  
 • Curs 2020/21

## 2 RELATED WORK

a

## 3 DATASETS

### 3.1 Remote Sensing Data

#### 3.1.1 Experiment 1

(study area, nScenes, satellites, bands chosen, traintestsplit, etc)

#### 3.1.2 Experiment 2

### 3.2 Data Preprocessing

ALI and Hyperion have different product properties, they differ on height, width, pixel size, area covered and such more properties which require some preprocessing before doing any experiment.

Despite being both sensors onboard the same satellite, the pixel to pixel alignment and pixel size are not identical and thus they require to be geometrically corrected. For the correspondence of the scenes, ground control points (GCP) were manually set and ALI scenes were geometrically corrected using first-order polynomial interpolation and bilinear resampling to match Hyperion scenes. Also, their extents were clipped so they have the exact same size and shape and cover the same exact area.

All data is normalized to Satellite sensors sometimes deliver a bad behaviour by missing information in some pixels. During a study of our data, we noticed some spikes on the maximum values of different bands from a single image scene caused by these corrupted pixels. We corrected them by changing its value to the median of the same pixel from the neighbour bands.

## 4 METHODS

### 4.1 Neural Network

### 4.2 Metrics

## 5 EXPERIMENTS AND RESULTS

## 6 CONCLUSIONS

a

Des del punt de vista del TFG hi ha un límit en el nombre de pàgines:

- de 8 a 10 pàgines d'explicació del treball, agraïments i bibliografia.
- 4 pàgines addicionals per incloure matèria d'apèndix.

L'organització en seccions dependrà de cada treball, però de manera genèrica podem esperar:

- Secció d'introducció on s'explica el context del treball i les motivacions i es plantegen els objectius. També s'explica breument l'organització de la resta del document.
- Una sèrie de seccions que dependran del treball particular.
- Una secció on es presenti el mètode d'avaluació dels resultats, els resultats en si mateixos, i una discussió/reflexió sobre aquests resultats.
- Una secció de conclusió del treball, apuntant també les línies de continuació.
- Uns petits agraïments, si s'escau.
- La bibliografia.
- Una secció a mode d'apèndix, si s'escau.

## 7 EXEMPLE DE SECCIÓ

Això és un exemple de secció que conté dues subseccions (7.1 i 7.2) i una figura (1).

### 7.1 Exemple de subsecció

.....

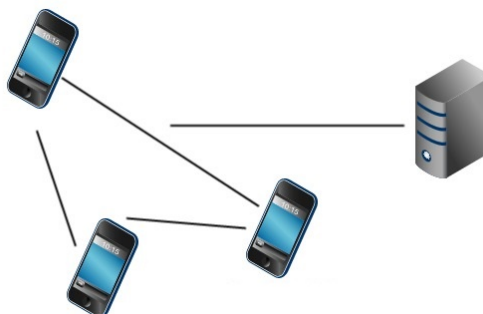


Fig. 1: Exemple de figura

### 7.2 Un altre exemple de subsecció

La taula 1 és un exemple de taula senzilla. En canvi, la taula 2 és més completa.

Hi ha moltes referències *on-line* de  $\text{\LaTeX}$ , com [1].

TAULA 1: TAULA D'EXEMPLE

One	Two
Three	Four

TAULA 2: TAULA MÉS COMPLETA

Team sheet		
Goalkeeper	GK	Paul Robinson
Defenders	LB	Lucus Radebe
	DC	Michael Duburrry
	DC	Dominic Matteo
	RB	Didier Domi
Midfielders	MC	David Batty
	MC	Eirik Bakke
	MC	Jody Morris
Forward	FW	Jamie McMaster
Strikers	ST	Alan Smith
	ST	Mark Viduka

## A.2 Secció d'Apèndix

... ..

... ..

... ..

... ..

## 8 CONCLUSIONS

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

## AGRAÏMENTS

... ..

... ..

... ..

... ..

## REFERÈNCIES

- [1] <http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX>
- [2] Referència 2
- [3] Etc.

## APÈNDIX

### A.1 Secció d'Apèndix

... ..

... ..

... ..

... ..