

Xây dựng mô hình Machine Learning dự báo cháy rừng ở các tỉnh Tây Nguyên dựa vào dữ liệu lịch sử thời tiết.

Nguyễn Đại Kỳ
19521731

Văn Viết Hiếu Anh
19521225

Lê Văn Phước

Ngày 10 tháng 8 năm 2021

Môn học: CS114 - Máy học
Giảng viên hướng dẫn: Lê Đình Duy
Phạm Nguyễn Trường An

Mục lục

1	Tổng quan	2
1.1	Mô tả bài toán	2
1.2	Mô tả dữ liệu	2
1.2.1	Weather Data	2
1.2.2	Fire Data	3
2	Các nghiên cứu trước	3
2.1	Predicting Australia wildfires with weather data a Call For Code spot challenge of IBM	3
2.2	AI and Climate data for predicting fire frequency in California	4
3	Xây dựng bộ dữ liệu	4
3.1	Quá trình thu thập dữ liệu	4
3.1.1	weather.com	4
3.1.2	worldweatheronline.com	8
3.1.3	firewatchvn.kiehlam.org.vn	12
3.2	Xây dựng bộ dữ liệu	14
3.2.1	Creation of Dataset	14
3.2.2	Imputation of Data	15
4	Training và đánh giá modelods	15
4.1	Trên dữ liệu 5 tỉnh Tây Nguyên	15
4.1.1	Fully Connected	15
4.2	Tổng kết	15
4.3	Trên dữ liệu 3 tỉnh (Gia Lai, Lâm Đồng, Đắk Lắk)	15
5	Ứng dụng và hướng phát triển	15

1 Tổng quan

Bài viết là về quá trình thực nghiệm nghiên cứu các model Machine Learning với mục đích chọn ra mô hình tối ưu để dự đoán mức độ cháy rừng dựa vào dữ liệu thời tiết trong lịch sử của từng địa phương. Với mục đích hỗ trợ trong việc dự đoán để phục vụ trong công tác phòng chống cháy rừng ở nước ta. Vì bài viết là ghi chép của quá trình thực nghiệm nên sẽ có nhiều phương pháp được đưa ra sử dụng.

1.1 Mô tả bài toán

Ở nước ta có 3 thảm họa lớn nhất, gây thiệt hại lớn hàng năm về cả người và của. Cùng với lũ lụt và hạn hán, cháy rừng là một thảm họa gây thiệt hại không chỉ về kinh tế mà còn cả con người và hệ sinh thái. Theo thống kê của Cục Kiểm lâm từ năm 1992 đến 2006, trung bình mỗi năm xảy ra 1254 vụ cháy rừng gây thiệt hại khoảng 6646 ha rừng, trong đó có 2854 ha là rừng tự nhiên và 3791 ha là rừng trồng. Bên cạnh việc nâng cao năng lực phòng cháy chữa cháy rừng (PCCCR) cho lực lượng kiểm lâm như đầu tư trang thiết bị, cơ sở vật chất, xây dựng cơ chế điều hành phối hợp và tuyên truyền nâng cao nhận thức trách nhiệm của chủ rừng và người dân, công tác cảnh báo nguy cơ cháy rừng cũng như tổ chức phát hiện sớm và thông báo kịp thời điểm cháy rừng là rất cần thiết.

Từ đầu năm 2007, Cục Kiểm lâm (Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn) đã lắp đặt và vận hành trạm thu ảnh viễn thám MODIS tại Hà Nội với mục đích chính là phát hiện sớm các điểm cháy rừng (hotspots) trên toàn lãnh thổ Việt Nam. Hệ thống trạm thu của TeraScan đã tự động thu nhận, xử lý và sao lưu dữ liệu ảnh MODIS hàng ngày từ 2 vệ tinh TERRA và AQUA với mô-đun Vulcan tự động xử lý và tạo ra dữ liệu các điểm cháy sử dụng thuật toán ATBD-MOD14 [2].

Hệ thống này cung cấp dữ liệu về điểm cháy ghi nhận được từ vệ tinh và lưu lại thời gian và tọa độ cháy. Từ khi bắt đầu lắp đặt đến nay hệ thống dữ liệu cháy của cục kiểm lâm được ghi lại được gần 1 triệu điểm cháy. Nhờ lượng dữ liệu này việc xây dựng một hệ thống tự động phân tích mức độ cháy rừng dựa vào các đặc trưng cơ bản của dữ liệu khí tượng thủy văn là hoàn toàn có cơ sở và khả quan.

Input của bài toán là dữ liệu lịch sử thời tiết trong vòng 1 tháng trở lại và từ đó để model đánh giá địa phương đó vào ngày mai có mức độ cháy được đánh giá ở thang nào.

Chưa làm xong đâu, làm phụ đi

1.2 Mô tả dữ liệu

Nguồn dữ liệu của nhóm đến từ các website gồm 3 website chính:

- firewatchvn.kiemlam.org.vn: là Hệ thống theo dõi cháy rừng trực tuyến thuộc Cục Kiểm Lâm - Tổng cục Lâm Nghiệp
- weather.com: là website của The Weather Channel (TWC) - IBM [3]
- worldweatheronline.com

Trong 3 nguồn dữ liệu thì chỉ có worldweatheronline.com sử dụng SSR(Server-side render) còn 2 nguồn còn lại đều sử dụng Ajax để truyền dữ liệu qua lại giữa server.

1.2.1 Weather Data

Việc tìm các nguồn dữ liệu khác về thời tiết ngoài 2 nguồn trên đã được thực hiện song các nguồn này đều có những điểm thiếu rất quan trọng ví dụ như API của website chỉ cung cấp trong 1 năm trở lại hay các website này không cung cấp đủ nhiều địa phương mà chỉ cung cấp dữ liệu ở những thành phố cụ thể.

Có thể nói việc lấy dữ liệu thời tiết là công đoạn gây ra nhiều khó khăn nhất. Đa phần dữ liệu lịch sử thời tiết là rất lớn và các công ty hay tập đoàn công nghệ đều dùng để bán chứ không public trên website của họ. Ngay cả trên giao diện chính của weather.com của IBM cũng chỉ hiển thị dữ liệu thời tiết trong 2 năm trở lại (tức là 2021 và 2020).

Tuy nhiên vì sử dụng Ajax nên sau khi phân tích và ghi lại các request mà website gửi đi cũng như các response nhận về, việc có thể tìm được các cổng API và phương thức giao tiếp với server, từ đó dùng vào việc khai thác dữ liệu tự động trong nhiều năm trước nữa là hoàn toàn có hy vọng.

Về việc tìm nguồn dữ liệu tương tự đã được khai thác trước, nhóm đã từng thử tìm kiếm nhưng để đạt được yêu cầu chi tiết đến từng địa phương với thời gian kéo dài thì không tìm được dữ liệu nào đạt yêu cầu. Ngay cả khi join vào Slack của Call For Code năm nay để xin hỗ trợ vì đề tài này

có liên quan đến cuộc thi thì phía ban tổ chức cuộc thi cũng trả lời rằng dữ liệu này không cung cấp cho thí sinh. Ngoài ra nhóm cũng đã thử gửi mail cho Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia nhưng cũng không nhận được phản hồi. Hiển nhiên, việc tự đi thu thập dữ liệu là tất yếu.

1.2.2 Fire Data

firewatchvn.kiemlam.org.vn là website tạo ra ý tưởng cho nhóm. Website này cung cấp giao diện tra cứu dữ liệu về các điểm cháy vào từng thời gian cụ thể. Tuy nhiên điểm yếu của website này là xây dựng quá nhiều tính năng và sử dụng Ajax nên dùng những công cụ như BeautifulSoup thì không thể thu thập còn nếu dùng những công cụ như Selenium hay Puppeteer thì tốc độ quá chậm (dữ liệu này kéo dài từ 1/1/2008 đến 5/12/2020 nếu tra cứu từng ngày trên 700 quận, huyện, thành phố thuộc tỉnh,... thì sẽ mất rất nhiều thời gian). Điều này bắt buộc nhóm phải phân tích API mà website đã lấy dữ liệu điểm cháy để tăng tốc độ lấy dữ liệu. Bởi vì những thông tin như bản đồ của địa điểm lấy dữ liệu là không cần thiết, ta hoàn toàn có thể lấy bản đồ địa hình của cả trái đất chỉ cần dùng tọa độ. Việc lấy những thông tin nặng như bản đồ cần thời gian tải rất lâu nên việc tìm ra API mà website sử dụng cũng là cần thiết.

2 Các nghiên cứu trước

2.1 Predicting Australia wildfires with weather data a Call For Code spot challenge of IBM

Mục đích của cuộc thi này là dự đoán kích thước của khu vực cháy tính bằng km² theo khu vực ở Úc cho mỗi ngày trong tháng 2 năm 2021 bằng cách sử dụng dữ liệu có sẵn cho đến ngày 29 tháng 1. Bài toán chuỗi thời gian dựa trên dữ liệu hàng ngày do Pairs Geoscope cung cấp. Dữ liệu được cung cấp bao gồm:

- Những trận cháy rừng trong lịch sử
- Thời tiết lịch sử
- Các dự báo thời tiết lịch sử
- Chỉ số thảm thực vật lịch sử
- Các loại đất của các địa điểm xảy ra cháy rừng.

Trong đó dữ liệu thời tiết lịch sử bao gồm các trường như **vùng, thời gian, lượng mưa (mm/ngày), Độ ẩm tương đối (%), Hàm lượng nước trong đất (m^3/m^3), bức xạ mặt trời (MJ/ngày), nhiệt độ (C), tốc độ gió (m/s)**. Đây là dữ liệu chính áp dụng vào bài toán của nhóm. Tuy nhiên vì khó khăn trong việc tìm kiếm dữ liệu nên nhóm chỉ đáp 4/6 tiêu chí mà các chuyên gia đã đưa ra đó là lượng mưa, độ ẩm, nhiệt độ, tốc độ gió.

Từ những nghiên cứu các chuyên gia đưa ra các biến ảnh hưởng đến cháy rừng như:

- Lãnh thổ:
 - Khu vực: Số lượng và cường độ đám cháy khác nhau ở các khu vực khác nhau. Các sự kiện ở các khu vực lân cận có thể ảnh hưởng đến cháy rừng trong một lãnh thổ nhất định. Thành phần tự phục hồi(sự diện diện của cháy rừng trong những ngày trước đó).
 - Tính theo mùa: Cháy rừng đặc biệt dữ dội trong “Mùa cháy rừng” kéo dài từ tháng 10 đến tháng 12. Quan sát này sẽ ảnh hưởng đến cách thức phân chia tập dữ liệu huấn luyện và kiểm tra.
- Điều kiện đất và khí quyển:
 - Thời tiết và đất đai: Thời tiết và Hạn hán có liên quan chặt chẽ đến hỏa hoạn. So sánh giữa lịch sử và dự báo thời tiết trong lịch sử.
 - Thảm thực vật: Có mối tương quan thuận giữa sự thay đổi chỉ số thảm thực vật và cường độ cháy.
 - Sử dụng đất: Việc sử dụng đất có thể liên quan đến việc dự đoán sự kéo dài của cháy rừng. Tuy nhiên, dữ liệu này chỉ có sẵn dưới dạng một hàng – cho mọi khu vực, do đó nó không được đưa vào mô hình.

Theo báo cáo tổng kết cuộc thi thì mô hình được sử dụng là Convolutional Neural Network (Windowing Dataset, Conv1D Layers,...) cho ra kết quả RMSE: 19.96, MAE: 6.94, TOT: 9.54 Qua nghiên cứu của cuộc thi này nhóm rút ra được các biến ảnh hưởng đến cháy rừng, cách khai thác lấy dữ liệu từ thực tế, mô hình đào tạo phù hợp với bài toán.

2.2 AI and Climate data for predicting fire frequency in California

Mục đích của nghiên cứu này là dự đoán tần suất xảy ra cháy rừng có thể giúp lập kế hoạch khẩn cấp và chủ động quản lý rủi ro thiên tai. Dữ liệu về đám cháy được thu từ Kaggle(<https://www.kaggle.com/rtatman/188-million-us-wildfires>), bao gồm khoảng 1,9 triệu vụ cháy rừng ở Mỹ được tham chiếu trong giai đoạn 1992-2015. Ngoài ra, dữ liệu khí hậu từ Copernicus ERA5 được tải xuống và sử dụng cho bài toán này.

Bài nghiên cứu này cũng đưa ra kết luận về việc cháy rừng thường xảy ra hàng tháng hoặc theo mùa. Ở đây, các chuyên gia đưa ra các trường dữ liệu thời tiết được lấy là **total_precipitation**, **2m_temperature**, **2m_dewpoint_temperature**, **10m_wind_speed**, **volumetric_soil_water**, **potential_evaporation**.

Qua nghiên cứu, bài báo đã tính toán hệ số tương quan giữa tần suất các đám cháy và điều kiện khí hậu trung bình. Phân tích chỉ ra mối tương quan cao đáng kể giữa nhiệt độ mùa hè và PET với số lượng các sự kiện cháy ở CA.

Mô hình dự đoán trong nghiên cứu này khá đơn giản và nó chỉ sử dụng 6 biến khí hậu được tính trung bình trên toàn California để dự đoán tần suất các đám cháy trong tiểu bang. Sử dụng tensorflow và scikit-learning để phát triển mạng nơ-ron nhân tạo dựa trên hồi quy.

Từ đánh giá mô hình của bài nghiên cứu cho ra sai số tuyệt đối trung bình tương đối hàng năm (RMAE) khoảng 10%.

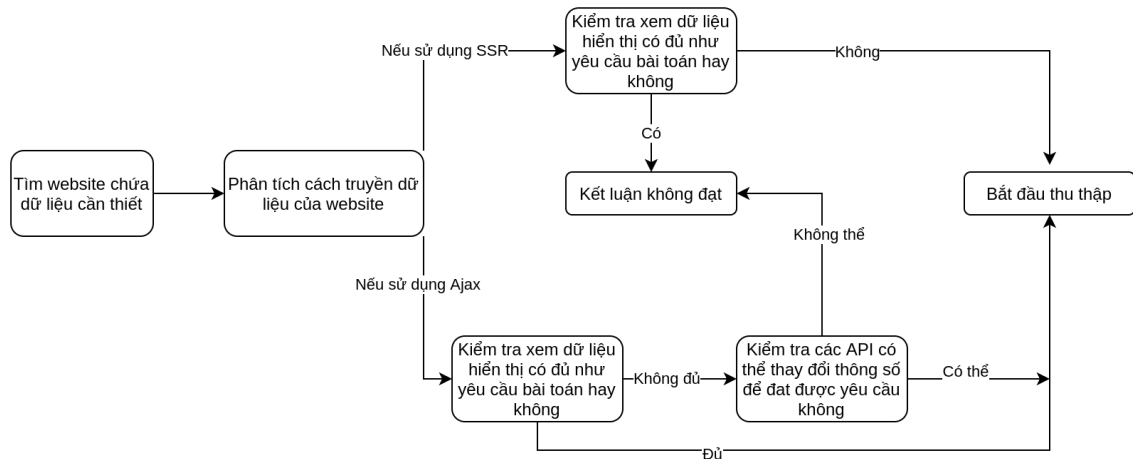
Qua nghiên cứu trên, nhóm cũng rút ra được các biến dữ liệu cần thiết và tác động lớn đến cháy rừng, các phương pháp xử lý số liệu và mô hình được đề xuất sử dụng cho loại bài toán này là ANN.

3 Xây dựng bộ dữ liệu

Lưu ý ở phần này Tỉnh là thuật ngữ để chỉ chung đơn vị hành chính cấp 1 trực thuộc quốc gia, thay cho "tỉnh thành" hoặc chính xác hơn là "đơn vị hành chính cấp tỉnh". Tương tự với "Huyện" là đơn vị hành chính bậc hai, và xã là cấp ba.

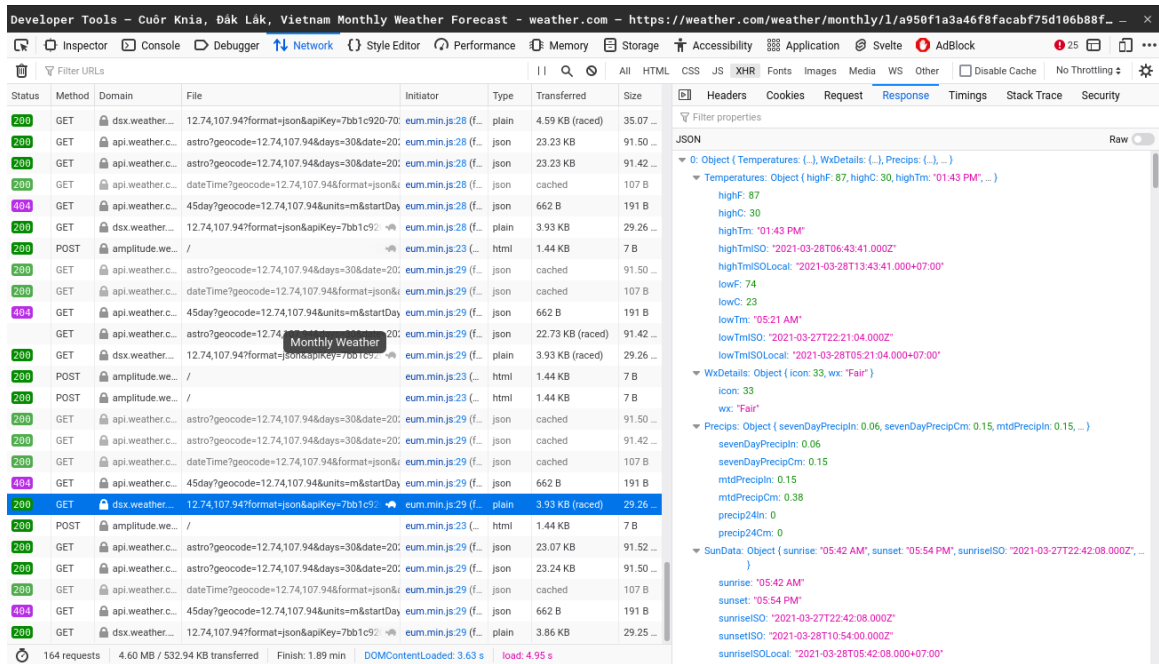
3.1 Quá trình thu thập dữ liệu

Tất cả dữ liệu của nhóm đều bắt đầu bằng 1 quy trình chung để kiểm tra xem nguồn dữ liệu có đáp ứng các yêu cầu hay không.



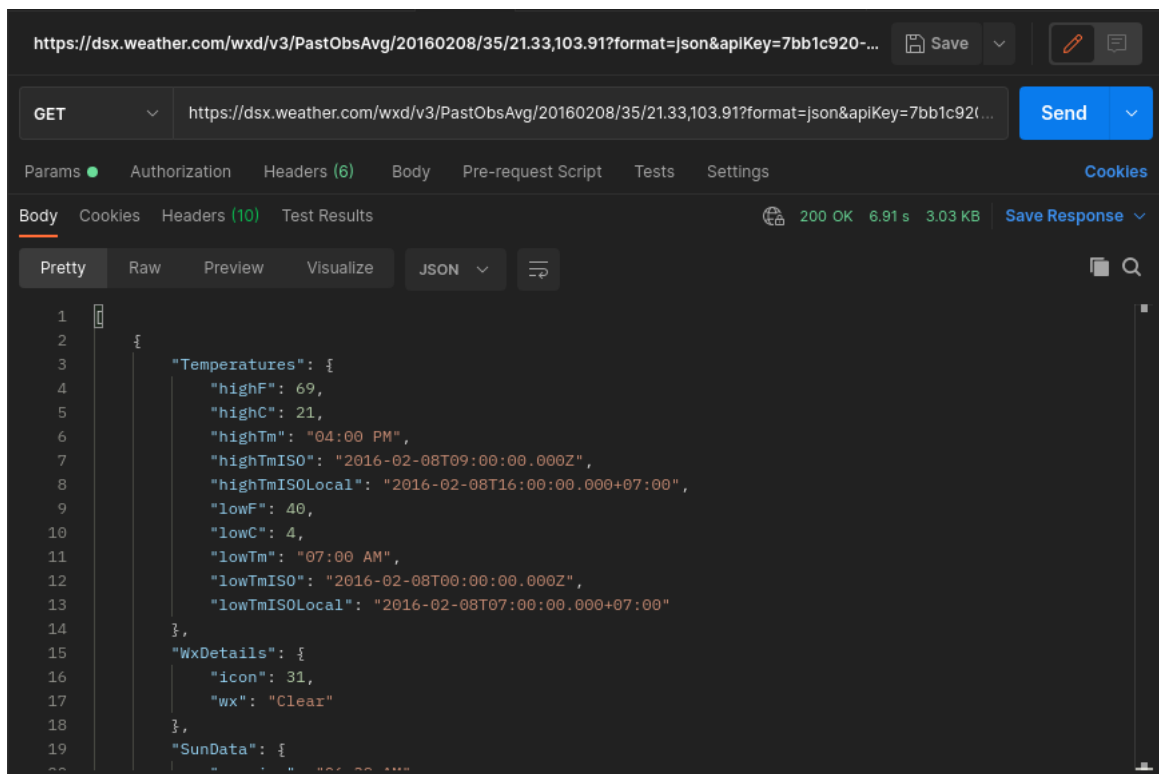
3.1.1 weather.com

Để tìm ra API phục vụ cho việc crawl ta vào trang Monthly của một địa phương cụ thể sau đó navigate đến các trang chứa dữ liệu của các tháng trước (việc này giúp cho website sử dụng các API yêu cầu dữ liệu thời tiết quá khứ). Kiểm tra các response trong filter XHR ta có thể tìm ra những response tốt nhất chứa dữ liệu cần thiết.



Hình 1: Thông tin của response chứa những thông tin cần thiết

Tiếp theo đó khi đã xác nhận API này đủ điều kiện ra kiểm tra ý nghĩa của các thông số trong request, thử thay đổi thông số để kiểm tra dữ liệu kéo dài được đến bao lâu.



Hình 2: Thử nghiệm với các tham số khác

Vì dữ liệu chấp nhận đến 2014 nên sẽ tiến hành crawl dữ liệu. Nhóm sử dụng Scrappy để crawl vì công cụ này hỗ trợ async cho phép gửi nhiều request cùng lúc cùng với đó là có pipeline để lưu dữ liệu nên giảm rất nhiều quá trình cài đặt.

Đầu tiên ta tạo tải dữ liệu danh sách chứa tất cả các xã cần crawl dữ liệu, làm tròn các tọa độ đến 2 chữ số thập phân(theo yêu cầu của API, xử lý bằng numpy trước sẽ nhanh hơn việc xử lý trong vòng lặp).

```

class IBMWeatherScapper(Spider):
    name = 'ibm-weather'

    df_ward_taynguyen_fire = pandas.read_csv(
        'https://raw.githubusercontent.com/.../taynguyen_wards_longlat.csv')
    df_ward_taynguyen_fire['long'] = numpy.round(
        df_ward_taynguyen_fire['long'], 2)
    df_ward_taynguyen_fire['lat'] = numpy.round(
        df_ward_taynguyen_fire['lat'], 2)

```

Trong hàm start_requests của Spider với mỗi xã ta tạo 1 request vào ngày 1/1/2014 với tọa độ của xã đó, cùng với đó là lưu kèm 1 meta để nhận diện xã đó trong parse function.

```

def start_requests(self):
    requests = []
    for i, ward in self.df_ward_taynguyen_fire.iterrows():
        requests.append(request.Request(
            url=f"https://dsx.weather.com/wxd/v3/PastObsAvg/20140101/35/\
{ward['lat']:.2f},{ward['long']:.2f}\
?format=json\
&apiKey=7bb1c920-7027-4289-9c96-ae5e263980bc\
fbclid=IwAR1IgpD8qPU6ZaHqDnZT1tM195Y4G8gfGvIYmpM3CGGIqyjwQeaAmbZZ8SE",
            meta={
                'ward_code': ward['ward_code'],
                'long': ward['long'],
                'lat': ward['lat']
            },
            callback=self.parse
        ))
    return requests

```

Vì đây là API nên dữ liệu được thể hiện dưới dạng json rất rõ ràng.

```

{
  "Temperatures": {
    "highF": 72,
    "highC": 22,
    "highTm": "01:00 PM",
    "highTmISO": "2014-01-01T06:00:00.000Z",
    "highTmISOLocal": "2014-01-01T13:00:00.000+07:00",
    "lowF": 68,
    "lowC": 20,
    "lowTm": "01:00 AM",
    "lowTmISO": "2013-12-31T18:00:00.000Z",
    "lowTmISOLocal": "2014-01-01T01:00:00.000+07:00"
  },
  "WxDetails": { "icon": 27, "wx": "Mostly Cloudy" },
  "SunData": {
    "sunrise": "06:05 AM",
    "sunset": "05:26 PM",
    "sunriseISO": "2013-12-31T23:05:00.000Z",
    "sunsetISO": "2014-01-01T10:26:00.000Z",
    "sunriseISOLocal": "2014-01-01T06:05:00.000+07:00",
    "sunsetISOLocal": "2014-01-01T17:26:00.000+07:00"
  },
  "Moon": {
    "moonriseLocal": "2014-01-01T05:34:00.000+07:00",
    "moonsetLocal": "2014-01-01T17:25:00.000+07:00",
    "moonriseISO": "2013-12-31T22:34:00.000Z",
    "moonsetISO": "2014-01-01T10:25:00.000Z"
  }
}

```

Việc còn lại là lấy ra và lưu lại dưới file csv. Sau đó lấy ngày cuối cùng trong dữ liệu trả về xem có bằng ngày hôm nay không, nếu không thì tiếp tục tải dữ liệu còn nếu có thì dừng lại.

```
def parse(self, response, **kwargs):
    json = response.json()
    ward_code = response.meta['ward_code']
    long = response.meta['long']
    lat = response.meta['lat']
    for d in json:
        yield {
            'ward': ward_code,
            'date': d.get('Temperatures', {}).get('highTmISOLocal', '')[:10],
            'highC': d.get('Temperatures', {}).get('highC', ''),
            'lowC': d.get('Temperatures', {}).get('lowC', ''),
            'sun_rise': d.get('SunData', {}).get('sunrise', ''),
            'sun_set': d.get('SunData', {}).get('sunset', ''),
            'sevenDayPrecipCm': d.get('Precips', {}).get('sevenDayPrecipCm', ''),
            'mtdPrecipCm': d.get('Precips', {}).get('mtdPrecipCm', ''),
            'precip24Cm': d.get('Precips', {}).get('precip24Cm', ''),
        }

    last = json[-1]
    recentDate = datetime.strptime(last['Temperatures']['highTmISO'][:10], '%Y-%M-%d')
    next = recentDate + timedelta(days=1)

    if recentDate.date() == datetime.today():
        return
    else:
        yield response.follow(
            url=f"https://dsx.weather.com/wxd/v3/PastObsAvg/ \
{next.strftime('%Y%M%d')}/35/{lat:.2f},{long:.2f} \
?format=json \
&apiKey=7bb1c920-7027-4289-9c96-ae5e263980bc \
&fbclid=IwAR1IgpD8qPU6ZaHqDnZT1tM195Y4G8gfGvIYmpM3CGGIqyjwQeaAmbZZ8SE",
            meta={
                'ward_code': ward_code,
                'long': long, 'lat': lat
            },
            callback=self.parse
        )
```

Dữ liệu từ website này cung cấp có độ chính xác đến từng tọa độ, có nghĩa là chỉ cần cung cấp tọa độ (làm tròn đến 2 chữ số thập phân) thì server sẽ trả về thời tiết tại điểm đó tùy vào thời gian mà ta muốn. Tuy nhiên điểm yếu của dữ liệu này là chỉ cung cấp các đặc tính cơ bản nhất của thời tiết tại địa điểm đó gồm: nhiệt độ cao nhất và thấp nhất trong ngày, thời gian mặt trời mọc và lặn, lượng mưa (tích lũy trong 7 ngày, trong 1 tháng hoặc chỉ ngày hôm đó).

Sau khoảng nhiều ngày khai thác và xử lý, nhóm đã lấy được dữ liệu của 5 tỉnh Tây Nguyên vào từng xã từng ngày kéo dài từ 1/1/2014 đến 8/6/2021. Dữ liệu gồm các trường cơ bản sau (lưu ý các trường này đã được đổi tên so với khi crawl dữ liệu để thống nhất các bộ dữ liệu với nhau nhằm dễ dàng cho việc nghiên cứu):

- **ward:** Mã xã. Vì sẽ có những địa điểm trùng tên nên nhóm sử dụng mã để phân biệt các địa phương (mã này cung cấp bởi API của firewatchvn.kiemlam.org.vn [1])
- **date:** là ngày mà record được ghi lại.
- **max/min:** là nhiệt độ cao nhất và thấp nhất được ghi nhận trong ngày(celcius).
- **sunrise/sunset:** là thời gian mặt trời mọc và lặn.
- **7_rain:** lượng mưa tổng tính từ ngày chủ nhật gần nhất trước đó (cm)
- **m_rain:** lượng mưa tổng tính từ ngày 1 của tháng đó(cm)

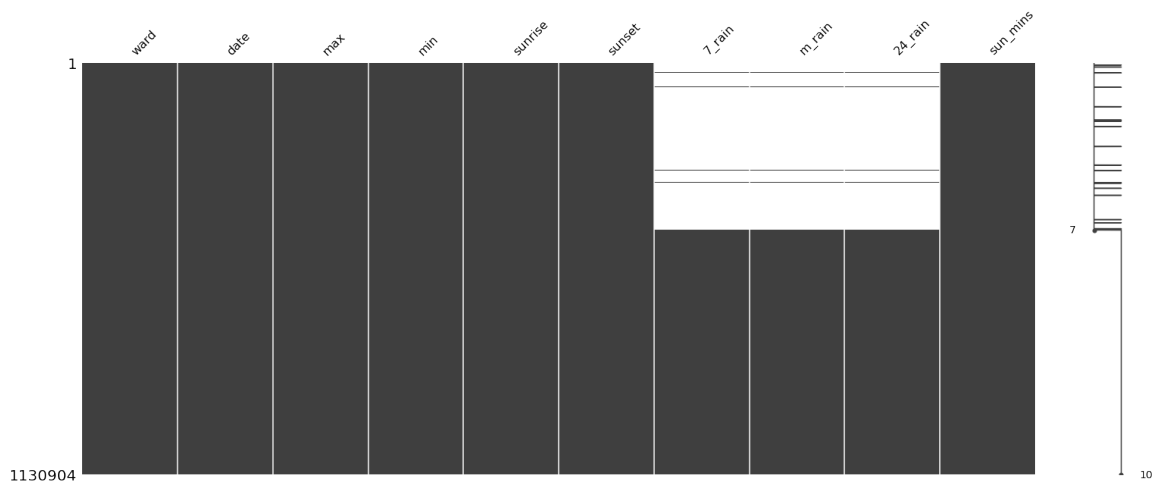
- 24_rain: lượng mưa ghi nhận trong ngày(cm)

Dưới đây là một đoạn mẫu trong dữ liệu.

ward	date	max	min	sunrise	sunset	7_rain	m_rain	24_rain
24727.0	2016-10-17	30	25	05:36 AM	05:28 PM	5.94	30.91	1.82
24727.0	2016-10-18	30	25	05:36 AM	05:28 PM	7.54	32.66	1.75
24727.0	2016-10-19	30	25	05:36 AM	05:27 PM	7.54	32.96	0.3
24761.0	2019-10-14	32	24	05:36 AM	05:30 PM	0.02	0.07	0.0
24761.0	2019-10-15	32	25	05:36 AM	05:30 PM	0.02	0.07	0.0
24761.0	2019-10-16	32	25	05:36 AM	05:29 PM	0.02	0.07	0.02
24761.0	2019-10-17	32	25	05:36 AM	05:29 PM	0.02	0.07	0.0
24761.0	2019-10-18	32	25	05:36 AM	05:28 PM	0.02	0.07	0.0
24761.0	2019-10-19	32	26	05:36 AM	05:28 PM	0.02	0.07	0.0
24761.0	2019-10-20	32	26	05:36 AM	05:27 PM	0.02	0.1	0.0
24761.0	2019-10-21	33	25	05:36 AM	05:27 PM	0.02	0.1	0.0
24761.0	2019-10-22	32	25	05:37 AM	05:26 PM	0.02	0.1	0.0
24761.0	2019-10-23	33	25	05:37 AM	05:26 PM	0.0	0.1	0.0
24761.0	2019-10-24	33	25	05:37 AM	05:25 PM	0.0	0.1	0.0

Dưới đây là các thông số của bộ dữ liệu

	ward	max	min	7_rain	m_rain	24_rain
count	1130904	1130904	1130904	679514	679514	679514
mean		30.60013	24.66924	33.813765	82.088195	4.797731
std		2.836824	2.207649	71.482188	153.732438	16.574482
min		18	14	0	0	0
25%		29	23	0.5	2.2	0
50%		31	25	8.1	21.3	0
75%		32	26	34.7	88.6	2.7
max		46	36	903.7	1300.7	419.1



Hình 3: Dữ liệu sau khi sắp xếp theo ngày và địa phương(theo thứ tự ngày trước địa phương sau, tăng dần). Phần được tô là phần chứa dữ liệu, phần màu trắng là phần dữ liệu trống

3.1.2 worldweatheronline.com

Ở trang này dữ liệu thời tiết chỉ hiển thị ở 40 tỉnh thành, các điểm dữ liệu này được đặt title theo trung tâm hành chính của tỉnh thành phố đó.

Danh sách 40 thành phố:

Bac Lieu	Ho Chi Minh City	Tam Ky	Ben Tre
Hoa Binh	Tan An	Bien Hoa	Hong Gai
Thai Nguyen	Buon Me Thuot	Hue	Thanh Hoa
Ca Mau	Long Xuyen	Tra Vinh	Cam Pha
My Tho	Tuy Hoa	Cam Ranh	Nam Dinh
Uong Bi	Can Tho	Nha Trang	Viet Tri
Chau Doc	Phan Rang	Vinh	Da Lat
Phan Thiet	Vinh Long	Ha Noi	Play Cu
Vung Tau	Hai Duong	Qui Nhon	Yen Bai
Hai Phong	Rach Gia	Hanoi	Soc Trang

```

<li>
  ::marker
  <a href="https://www.worldweatheronline.com/buon-me-
  thuot-weather/vn.aspx" title="Buon Me Thuot holiday
  weather">Buon Me Thuot</a>
</li>

```

Hình 4: Bố cục danh sách các tỉnh của website, kèm theo đường dẫn trong thẻ a của các tỉnh đó

Vì bố cục này đơn giản và hiển thị đầy đủ danh sách trên website nên chỉ cần sử dụng Javascript để lấy danh sách các đường dẫn đến các trang lấy dữ liệu để nhanh hơn trong quá trình xử lý. Trong console của trình duyệt

```

let a = document.querySelectorAll(".country_part li >a")
let cities = Array.from(a)
cities = cities.map(e => {return {title: e.innerHTML, url:e.href}})
// Dùng stringify để tạo json string, chuỗi này chính là mảng chứa danh sách
→ các thành phố, ta chỉ cần khai báo như một biến list của dictionary trong
→ python.
JSON.stringify(cities)

```

Dùng phương pháp phân tích tương tự khi phân tích weather.com để kiểm tra thông tin gửi về cho server ta sẽ biết được những thông tin để nhận về thời tiết vào một ngày cụ thể.

POST		https://www.worldweatheronline.com/gia-nghia-weather-hlstory/vn.aspx
Params Authorization Headers (9) Body Pre-request Script Tests Settings		
<input type="radio"/> none <input checked="" type="radio"/> form-data <input type="radio"/> x-www-form-urlencoded <input type="radio"/> raw <input type="radio"/> binary <input type="radio"/> GraphQL		
KEY	VALUE	
<input checked="" type="checkbox"/> cti00\$MainContentHolder\$txtPastDate	2018-01-01	
<input checked="" type="checkbox"/> __VIEWSTATE	bOAHl1DyKKol9N1Ql+rf+0lvttQsK/6dn42d1...	
<input checked="" type="checkbox"/> __VIEWSTATEGENERATOR	F960AAB1	
<input checked="" type="checkbox"/> cti00\$rbtTemp	1	
<input checked="" type="checkbox"/> cti00\$MainContentHolder\$butShowPastWe...	Get+Weather	
<input checked="" type="checkbox"/> cti00\$hdlat	15.34300	
<input checked="" type="checkbox"/> cti00\$hdlon	107.80500	
Key	Value	

Hình 5: Những thông số server cần để gửi trả về dữ liệu cần thiết

Vì server của website này render hầu như đầy đủ thông tin nên ta chỉ cần lấy thông tin từ mẫu response dưới đây là đạt yêu cầu. Ở đây có thể thấy rằng có một bảng dữ liệu thể hiện sự khác biệt qua từng năm của dữ liệu. Nên ta chỉ cần gửi 365 request là có thể lấy tất cả dữ liệu cần cho mỗi tỉnh.

Gia Nghia								
Historical Weather on 01 st January over the years								
Year	Weather	Max	Min	Wind	Rain	Humidity	Cloud	Pressure
2009	Light rain	16 °c	15 °c	12 km/h ENE	10.3 mm	98%	100%	1012 mb
2010	Partly cloudy	26 °c	13 °c	9 km/h NE	0.1 mm	82%	28%	1012 mb
2011	Mist	22 °c	12 °c	7 km/h NE	0.0 mm	86%	58%	1010 mb
2012	Light rain shower	23 °c	15 °c	10 km/h ENE	2.0 mm	96%	88%	1014 mb
2013	Mist	25 °c	14 °c	9 km/h NE	0.0 mm	85%	56%	1012 mb
2014	Light rain shower	24 °c	14 °c	6 km/h ENE	3.1 mm	89%	76%	1014 mb
2015	Fog	20 °c	10 °c	9 km/h NNE	0.2 mm	89%	69%	1014 mb
2016	Mist	22 °c	14 °c	12 km/h NE	0.2 mm	84%	38%	1017 mb

Hình 6: Những dữ liệu response hiển thị

Từ những dữ liệu này ta bắt tay vào viết spider.

```
# Sử dụng numpy để tạo một mảng chứa tất cả các ngày trong năm
BASE = date(2018, 1, 1)
DATES = numpy.array(
    [(BASE + timedelta(days=i)).strftime("%Y-%m-%d") for i in range(365)]
)

# Các thông số cơ bản của Spider
class WorldWeatherOnlineScraper(Spider):
    name = 'world-weather-online'

    provinces = [
        {
            "url":
                ↪ "https://www.worldweatheronline.com/bac-lieu-weather-history/vn.aspx",
            "title": "Bac Lieu"
        },
        ...
        {
            "url":
                ↪ "https://www.worldweatheronline.com/ho-chi-minh-city-weather-history/vn.aspx",
            "title": "Ho Chi Minh City"
        }
    ]

    def start_requests(self):
        # Ở mỗi tỉnh thành ta gửi 365 request cho 365 ngày trong năm
        for province in self.provinces:
            for date in DATES:
                formData = {
                    # Các thông số khác như đơn vị nhiệt độ hay tọa độ gửi request
                    ↪ đều giống nhau nên sẽ không ghi chú ở đây
                    'ctl100$MainContentHolder$txtPastDate': date,
                }

                yield FormRequest(province['url'],
                                formdata=formData,
```

```

        meta={
            'date': date,
            'province': province['title']
        }, callback=self.parse
    )

def parse(self, response):
    # Tách bảng history
    history = response.css('.row.text-center.wwo-tabular')

    # Với mỗi cell trong bảng ta lấy tất cả ra và gom thành một mảng lớn chung
    # 9 element đầu tiên là tên của 9 cột nên ta loại ra
    records = history.css('.col.mr-1::text').getall()[9:]

    # Việc cuối cùng là lặp qua tất cả các dòng để ghi lại dữ liệu
    for i in range(0, len(records), 9):
        yield{
            'province': response.meta['province'],
            'day': response.meta['date'][8:10],
            'month': response.meta['date'][5:7],
            'year': records[i],
            'max': records[i+1],
            # so on ...
            'pressure': records[i+8],
        }

```

Sau khoảng 1 tiếng chạy và điều chỉnh lại ta có bảng dữ liệu sau:

- Thời gian: 1/1/2009 to 18/06/2021
- Địa lý: 40 thành phố, danh sách đã ghi lại ở trên
- Các trường dữ liệu:
 - province: Tên thành phố (*không dấu*)
 - date: ngày
 - max: nhiệt độ cao nhất trong ngày (*celcius*)
 - min: nhiệt độ thấp nhất trong ngày (*celcius*)
 - wind: tốc độ gió (*km/h*)
 - wind_d: hướng gió direction
 - rain: lượng mưa (*mm*)
 - humidi: độ ẩm (%)
 - cloud: mây (%)
 - pressure: áp suất(Bar)

Dưới đây là một đoạn trong dữ liệu:

province	max	min	wind	wind_d	rain	humidi	cloud	pressure	date
Bac Lieu	27	22	17	NNE	6.9	90	71	1010	2009-01-01
Bac Lieu	31	25	20	ENE	0.0	64	24	1010	2010-01-01
Bac Lieu	29	24	14	E	0.0	75	45	1008	2011-01-01
Bac Lieu	30	24	30	E	0.0	79	52	1012	2012-01-01
Bac Lieu	31	25	20	ENE	0.0	70	24	1010	2013-01-01

Các thông số cơ bản của dữ liệu (lưu ý rằng gió đã được đổi ra các góc theo radian)

	max	min	wind	wind_d	rain	humidi	cloud	pressure
count	181960	181960	181960	181960	181960	181960	181960	181960
mean	29.837277	23.277874	11.038657	2.67885	6.56713	77.083068	41.721268	1010.229127
std	4.571345	3.945381	5.311807	1.241257	13.602055	9.288553	23.875067	4.635714
min	4	2	1	0	0	23	0	988
25%	28	21	7	1.570796	0.1	71	23	1008
50%	31	24	10	2.356194	1.8	78	38	1010
75%	33	26	14	3.926991	7.5	83	58	1012
max	46	32	54	5.890486	596.4	100	100	1038

3.1.3 firewatchvn.kiemlam.org.vn

Tương tự với 2 trang ở trên, sau khi phân tích dữ liệu nhận về từ các response, ta biết được các cổng API sau:

Domain: `firewatchvn.kiemlam.org.vn`

1. Thông tin cấu trúc hành chính

- Route: `/fwdata/hanhchinh/province-code/district-code`
- Parameters:
 - `province-code`: mã tỉnh, nếu để là 0 thì sẽ trả về danh sách tất cả các tỉnh trên cả nước
 - `district-code`: mã huyện, nếu để là 0 thì sẽ trả về danh sách tất cả các huyện của tỉnh hiện tại, nếu **province-code là 0 thì tham số này không có ý nghĩa**
- Response:

```
// Response from "/fwdata/hanhchinh/0/0"
[
  {"ma": "89", "ten": "An Giang"},
  {"ma": "24", "ten": "Bắc Giang"},
  ...,
  {"ma": "15", "ten": "Yên Bái"}
]
```

2. Thông tin điểm cháy

- Route: `/fwdata/search/diaphuong/{province-code}/{district-code}/{ward-code}/{start-date}/{end-date}/1/100`
- Parameters:
 - `province-code`: mã tỉnh, nếu để là 0 thì sẽ trả về thống kê bằng tổng số các vụ cháy trên cả nước ở các tỉnh
 - `district-code`: mã huyện, nếu để là 0 thì sẽ trả về thống kê bằng tổng số các vụ cháy trên cả nước ở các huyện, nếu **province-code là 0 thì tham số này không có ý nghĩa**
 - `ward-code`: mã xã, nếu để là 0 thì sẽ trả về thống kê bằng tổng số các vụ cháy trên cả nước ở các xã, nếu **province-code hoặc district-code là 0 thì tham số này không có ý nghĩa**
 - `start-date`: ngày bắt đầu, format dưới dạng `dd!mm!yyyy`
 - `end-date`: ngày kết thúc, format dưới dạng `dd!mm!yyyy`
- Response:

```
// Response from
↪ "/fwdata/search/diaphuong/49/512/0/01!10!2019/01!10!2019/1/100"
[
  {
    "sdc": 3,
    "x": 108.023503269442,
    "y": 15.5811098358411,
    "xa": "Hiệp Hòa",
    "hp": [
```

```

        {
            "x": 108.02951,
            "y": 15.56155,
            "idhotspot": "20758-_263b067"
        },
        {
            "x": 108.03237,
            "y": 15.553405,
            "idhotspot": "20758-!ab49a26"
        },
        {
            "x": 108.03386,
            "y": 15.58714,
            "idhotspot": "20758-_c73ffe4"
        }
    ]
},
...,
{
    "sdc": 1,
    "x": 108.014536842611,
    "y": 15.537556163829,
    "xa": "Sông Trà",
    "hp": [
        {
            "x": 108.05701,
            "y": 15.53117,
            "idhotspot": "20770-_594ec71"
        }
    ]
}
]

```

Với API này ta có 2 hướng giải quyết:

1. Tạo request cho tất cả các huyện vào mỗi ngày, việc này sẽ giúp quét hết toàn bộ điểm cháy chi tiết đến từng tọa độ theo ngày. Trong bộ dữ liệu có mã của 710 đơn vị hành chính cấp huyện nếu vậy để quét qua từ 1/1/2008 đến 31/12/2020 (khoảng 4749 ngày) ta cần gửi khoảng 3371790 request
2. Tạo request thống kê trên ngày cho cả nước, gom tất cả các huyện có cháy trong ngày đó, sau đó tra theo mã huyện đã nhận. Phương pháp này có thể giảm nhưng cũng có thể làm tăng số lượng request tùy các các điểm cháy phân bố.

Sau khi so sánh 2 phương pháp bằng cách request 30 ngày thì phương pháp thứ 2 cho lượng request chỉ bằng 70% so với phương pháp thứ nhất. Vì vậy nhóm quyết định chọn phương pháp thứ 2.

Dưới đây là kết quả tổng kết từ crawler (đã lược bỏ, chi tiết xem tại đây)

```

{
    'downloader/request_count': 3127864,
    'downloader/response_count': 3127864,
    'downloader/response_status_count/200': 3127863,
    'downloader/response_status_count/404': 1,
    'elapsed_time_seconds': 68738.104826,
    'finish_reason': 'finished',
    'item_scraped_count': 997218,
}

```

Vậy ta đã giảm được 7.23% lượng request (243926, khoảng 1.489 tiếng thời gian thực thi)

Đặc điểm chung của bộ dữ liệu này là không thiếu sót ở các cell vì nếu đã được ghi lại ở server thì chắc chắn dữ liệu này đầy đủ thông tin.

- Thời gian: 1/1/2008 đến 31/12/2020
- Địa lý: Cả nước
- Các trường dữ liệu:
 - date: Ngày ghi nhận dưới dạng yyyy-mm-dd
 - province: Tỉnh ghi nhận
 - district: Huyện ghi nhận
 - ward: Xã ghi nhận
 - long: Kinh độ
 - lat: Vĩ độ

Một đoạn mẫu trong dữ liệu

date	province	district	ward	long	lat
2020-01-06	Bắc Giang	Yên Dũng	Tiền Phong	106.172	21.238
2020-05-26	Lào Cai	Văn Bàn	Nậm Tha	104.41616	21.99459
2020-05-26	Sóc Trăng	Mỹ Tú	Hưng Phú	105.70397	9.64698
2020-05-26	Sơn La	Vân Hồ	Tân Xuân	104.70561	20.6593
2020-05-26	Bạc Liêu	Bạc Liêu	Vĩnh Trạch	105.76225	9.30437
2020-05-26	Bình Dương	Bàu Bàng	Lai Uyên	106.63067	11.23651
2020-05-26	Hà Tĩnh	TX. Kỳ Anh	P. Kỳ Long	106.41985	18.04084

3.2 Xây dựng bộ dữ liệu

3.2.1 Creation of Dataset

Do việc thiếu dữ liệu nên nhóm tạo 2 bộ dữ liệu có những đặc trưng tối ưu riêng (về không gian và thời gian) để có thể tận dụng hết được các trường dữ liệu có ảnh hưởng lớn đến bài toán và dễ dàng hơn trong việc imputation.

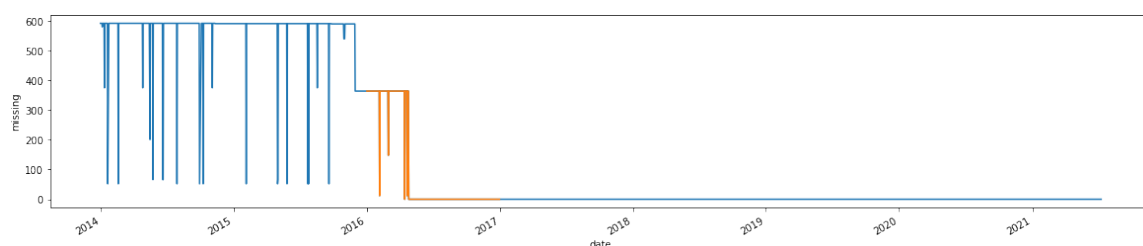
Như đã nói ở trên dữ liệu lượng mưa vốn có ảnh hưởng lớn đến thông tin cháy bị thiếu rất nhiều ở thời gian đầu của bộ dữ liệu. Nhóm đã tham khảo 2 phương pháp:

1. Sử dụng phương pháp FFT(Fast Fourier transform) để tìm ra các chu kỳ lặp lại của dữ liệu để dự đoán ngược dữ liệu.
2. Sử dụng dữ liệu từ các thành phố trung tâm từ bộ dữ liệu từ World Weather Online để lấp bù vào các xã, bị thiếu.

Vì lượng khí hậu thay đổi theo từng năm do biến đổi khí hậu trong thời gian gần đây, nên mặc dù các chu kỳ lặp lại qua từng năm thì sự phản hồi qua phép FFT cũng bị nhiễu loạn rất nhiều. Thêm vào đó biến đổi khí hậu còn là một trong những nguyên nhân gây nên cháy rừng, nên một yếu tố bị ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu như lượng mưa thì việc sử dụng FFT để dự đoán theo chu kỳ là không hợp lý. Vì vậy nhóm quyết định sử dụng dữ liệu từ thành phố trung tâm (hành chính) của các tỉnh để lấp vào phần lượng mưa còn trống. Tuy nhiên bộ dữ liệu thời tiết từ WWO chỉ có 3 tỉnh ở Tây Nguyên nên nhóm chia thành 2 bộ dữ liệu như sau:

1. Gồm 5 Tỉnh Tây Nguyên từ 1/1/2017 đến 31/12/2020
2. Gồm 3 Tỉnh Gia Lai, Lâm Đồng, Đắk Lắk từ 01/01/2014 đến 31/12/2020

Bộ dữ liệu đầu tiên gồm tất cả tỉnh thành nhưng chỉ lấy từ năm 2017 vì điểm đứt gãy dữ liệu (điểm mà dữ liệu bắt đầu thiếu là trước thời gian này)



Hình 7: Biểu đồ thể hiện dữ liệu bị thiếu, trục tung là số lượng xã bị mất dữ liệu lượng mưa

3.2.2 Imputation of Data

Bộ dữ liệu số 1 đầy đủ các thông tin cần thiết trong thời gian yêu cầu, nên việc imputation là không cần thiết.

Như đã nói thì phương pháp imputation ở đây là sử dụng dữ liệu lượng mưa ở thành phố trung tâm cho tất cả các xã bị mất dữ liệu. Ví dụ tất cả các xã của tỉnh Lâm Đồng bị mất dữ liệu lượng mưa/nhiệt độ trong ngày 20/8/2020 sẽ được lấp bằng dữ liệu lượng mưa/nhiệt độ của Đà Lạt ngày 20/8/2020.

Để thực hiện Imputation bộ dữ liệu thứ 2, ta map toàn bộ các tên các thành phố trong bộ dữ liệu WWO thành tên Tỉnh mà thành phố đó trực thuộc

```
df_wwow_weather_tn = df_wwow_weather[df_wwow_weather['province'].isin(['Buon Me Thuot', 'Play Cu', 'Da Lat'])
df_wwow_weather_tn['province'] = df_wwow_weather_tn['province'].replace({
    'Buon Me Thuot': 'Đắk Lắk',
    'Play Cu': 'Gia Lai',
    'Da Lat': 'Lâm Đồng',
})
```

Sau đó ta chuyển tên tỉnh đó thành mã tỉnh. Tạo một bảng chứa toàn bộ mã xã cùng với thời tiết của 3 tỉnh này từ bảng WWO. Merge bảng này với bảng dữ liệu từ weather.com bằng `left join` sau đó imputation từ cột của bảng WWO sang cột của bảng IBM weather ta sẽ được một bảng dữ liệu Imputation

```
# Create replacement df contain data imputation from wwo data to each ward of that
↳ province, drop province_code because don't need more
df_replacement = pd.merge(df_wwow_weather_tn,
↳ df_administrative_tn[['province_code', 'ward_code']], on=['province_code'],
↳ how='outer').dropna().drop(['province_code'], axis=1)

# Merge with ibm weather the for show missing data, drop ward because ward columns
↳ of IBM data will be NaN if ward do not have data in that date
df = pd.merge(df_ibm_weather, df_replacement, how='right',
↳ left_on=['ward', 'date'], right_on=['ward_code', 'date']).drop(['ward'], axis=1)

df['max_x'] = df['max_x'].fillna(df['max_y'])
df['min_x'] = df['min_x'].fillna(df['min_y'])
df['24_rain'] = df['24_rain'].fillna(df['rain'])
```

4 Training và đánh giá modelods

4.1 Trên dữ liệu 5 tỉnh Tây Nguyên

4.1.1 Fully Connected

Thiết lập, Training

Đánh giá

4.2 Tổng kết

4.3 Trên dữ liệu 3 tỉnh (Gia Lai, Lâm Đồng, Đắk Lắk)

5 Ứng dụng và hướng phát triển

- Sử dụng Deep learning để imputation dữ liệu còn thiếu
- Tìm thêm nhiều nguồn dữ liệu thời tiết
- Nghiên cứu sử dụng multiple input

Tài liệu

- [1] Cục Kiểm Lâm Tổng cục Lâm Nghiệp. <http://firewatchvn.kiemlam.org.vn/>.
- [2] Christopher Justice, Louis Giglio, Luigi Boschetti, David Roy, Ivan Csiszar, Jeffrey Morisette, and Yoram Kaufman. Atbd mod14 - algorithm technical background document - modis fire products (eos id numbers 2741), October 2006.
- [3] Wikipedia. The weather channel, July 2021.