

2장 머신러닝 프로젝트 처음부터 끝까지 (1부)

감사의 글

자료를 공개한 저자 오렐리앙 제롱과 강의자료를 지원한 한빛아카데미에게 진심어린 감사를 전합니다.

주요 내용

- 주택 가격을 예측하는 회귀 작업을 살펴보면서 선형 회귀, 결정 트리, 랜덤 포레스트 등 여러 알고리즘의 기본 사용법 소개
- 머신러닝 시스템 전체 훈련 과정 살펴보기



2.1 실제 데이터로 작업하기

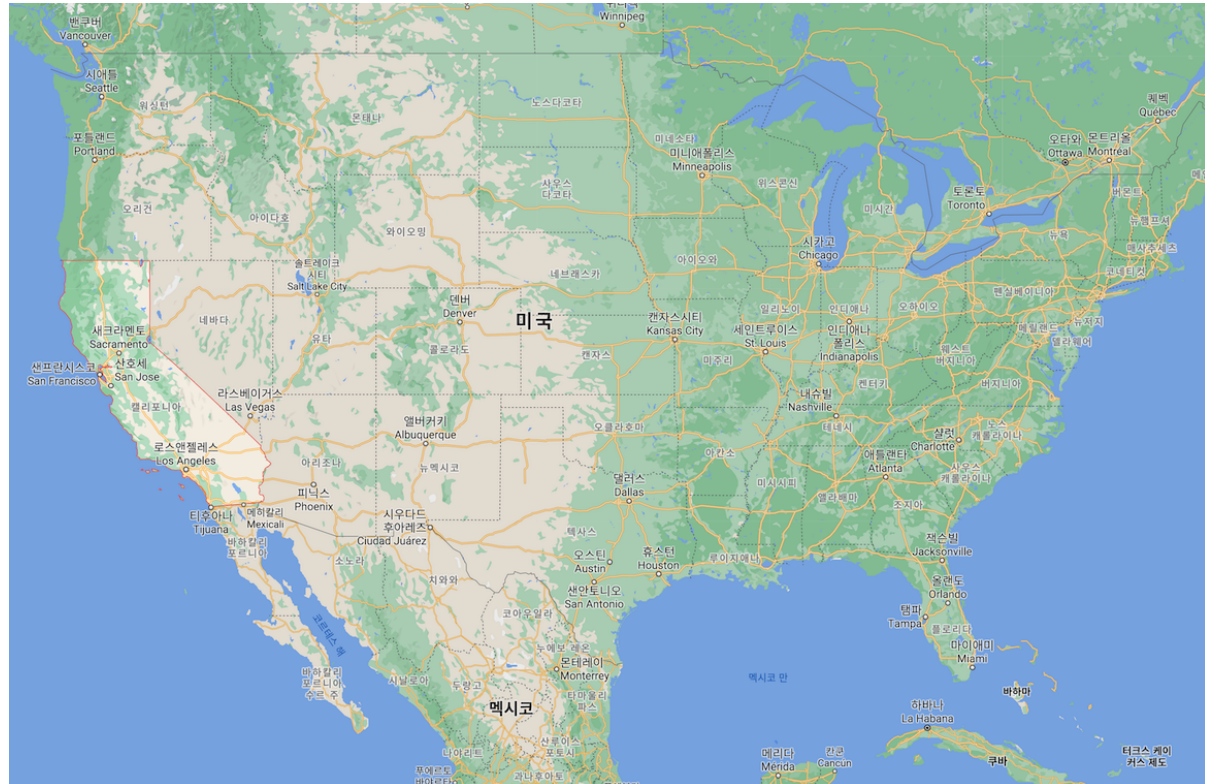
- 유명한 공개 데이터 저장소
 - UC 얼바인(UC Irvine) 대학교 머신러닝 저장소 (<http://archive.ics.uci.edu/ml>)
 - 캐글(Kaggle) 데이터셋 (<http://www.kaggle.com/datasets>)
 - 아마존 AWS 데이터셋 (<https://registry.opendata.aws>)
- 메타 포털(공개 데이터 저장소가 나열)
 - 데이터 포털(Data Portals) (<http://dataportals.org>)
 - 오픈 데이터 모니터(Open Data Monitor) (<http://opendatamonitor.eu>)
 - 퀵들(Quandl) (<http://quandl.com>)
- 인기 있는 공개 데이터 저장소가 나열되어 있는 다른 페이지
 - 위키백과 머신러닝 데이터셋 목록 (<https://goo.gl/SJHN2k>)
 - Quora.com (<https://homl.info/10>)
 - 데이터셋 서브레딧(subreddit) (<http://www.reddit.com/r/datasets>)

2.2 큰 그림 보기

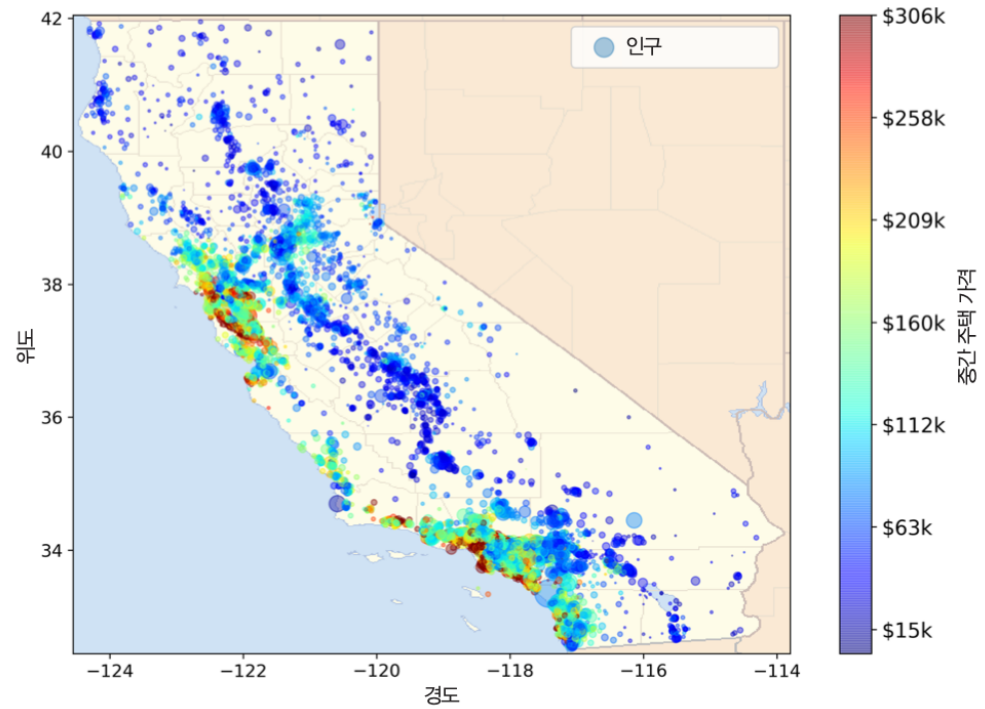
주어진 데이터

- 미국 캘리포니아 주의 20,640개 지역별 인구조사 데이터
- 특성 10개: 경도, 위도, 중간 주택 연도, 방의 총 개수, 침실 총 개수, 인구, 가구 수, 중간 소득, 중간 주택 가격, 해안 근접도
- 목표: 구역별 중간 주택 가격 예측 시스템(모델) 구현하기

- 미국 지도



- 캘리포니아 지도



2.2.1 문제 정의

- 지도 학습(supervised learning)
 - 레이블: 구역별 중간 주택 가격
- 회귀(regression): 중간 주택 가격 예측
 - 다중 회귀(multiple regression): 여러 특성을 활용한 예측
 - 단변량 회귀(univariate regression): 구역마다 하나의 가격만 예측
- 배치 학습(batch learning): 빠르게 변하는 데이터에 적응할 필요가 없음

2.2.2 성능 측정 지표 선택

사용하는 모델에 따라 모델 성능 측정 기준(norm)을 다르게 선택한다. 선형 회귀 모델의 경우 일반적으로 아래 두 기준 중 하나를 사용한다.

- 평균 제곱근 오차(RMSE)
- 평균 절대 오차(MAE)

평균 제곱근 오차(root mean square error, RMSE)

- 유클리디안 노름(Euclidean norm) 또는 ℓ_2 노름(norm)으로도 불림
- 참고: 노름(norm)은 거리 측정 기준을 나타냄.

$$\text{RMSE}(\mathbf{X}, h) = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (h(\mathbf{x}^{(i)}) - y^{(i)})^2}$$

- 기호 설명
 - \mathbf{X} : 훈련 데이터셋 전체 샘플들의 특성값들로 구성된 행렬, 레이블(타겟) 제외.
 - $\mathbf{x}^{(i)}$: i 번째 샘플의 전체 특성값 벡터. 레이블(타겟) 제외.
 - $y^{(i)}$: i 번째 샘플의 레이블
 - h : 예측 함수
 - $\hat{y}^{(i)} = h(\mathbf{x}^{(i)})$: i 번째 샘플에 대한 예측 값

평균 절대 오차(mean absolute error, MAE)

- MAE는 맨해튼 노름 또는 ℓ_1 노름으로도 불림

$$\text{MAE}(\mathbf{X}, h) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m |h(\mathbf{x}^{(i)}) - y^{(i)}|$$

- 이상치가 많은 경우 활용
- ℓ_1 노름과 ℓ_2 노름을 일반해서 ℓ_n 노름을 정의할 수도 있음
- RMSE가 MAE보다 이상치에 더 민감하지만, 이상치가 많지 않을 경우 일반적으로 RMSE 사용

2.3 데이터 가져오기

참고

- 여기서부터 코랩 노트북 함께 참조

2.3.2 데이터 다운로드

- 저자의 깃허브 저장소에 있는 압축파일 다운로드
- 압축파일을 풀어 csv 파일로 저장

2.3.3 데이터 구조 훑어보기

데이터셋 기본 정보 확인

- pandas의 데이터프레임 활용
 - `head()`, `info()`, `describe()`, `hist()` 등을 사용하여 데이터 구조 훑어보기

`head()` 메서드 활용 결과

In [5]: `housing.head()`

Out[5]:

| | longitude | latitude | housing_median_age | total_rooms | total_bedrooms | population |
|---|-----------|----------|--------------------|-------------|----------------|------------|
| 0 | -122.23 | 37.88 | 41.0 | 880.0 | 129.0 | 322.0 |
| 1 | -122.22 | 37.86 | 21.0 | 7099.0 | 1106.0 | 2401.0 |
| 2 | -122.24 | 37.85 | 52.0 | 1467.0 | 190.0 | 496.0 |
| 3 | -122.25 | 37.85 | 52.0 | 1274.0 | 235.0 | 558.0 |
| 4 | -122.25 | 37.85 | 52.0 | 1627.0 | 280.0 | 565.0 |

info() 메서드 활용 결과

```
[6] 1 housing.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 20640 entries, 0 to 20639
Data columns (total 10 columns):
#   Column                Non-Null Count  Dtype
---  -
0   longitude             20640 non-null  float64
1   latitude              20640 non-null  float64
2   housing_median_age    20640 non-null  float64
3   total_rooms           20640 non-null  float64
4   total_bedrooms        20433 non-null  float64
5   population            20640 non-null  float64
6   households            20640 non-null  float64
7   median_income         20640 non-null  float64
8   median_house_value    20640 non-null  float64
9   ocean_proximity       20640 non-null  object
dtypes: float64(9), object(1)
memory usage: 1.6+ MB
```

- 구역 수: 20,640개
- 구역별로 경도, 위도, 중간 주택 연도, 해안 근접도 등 총 10개의 조사 항목
 - '해안 근접도'는 범주형 데이터이고 나머지는 수치형 데이터.
- '방의 총 개수'의 경우 누락된 데이터인 207개의 null 값 존재

범주형 데이터 탐색

- '해안 근접도'는 5개의 범주로 구분

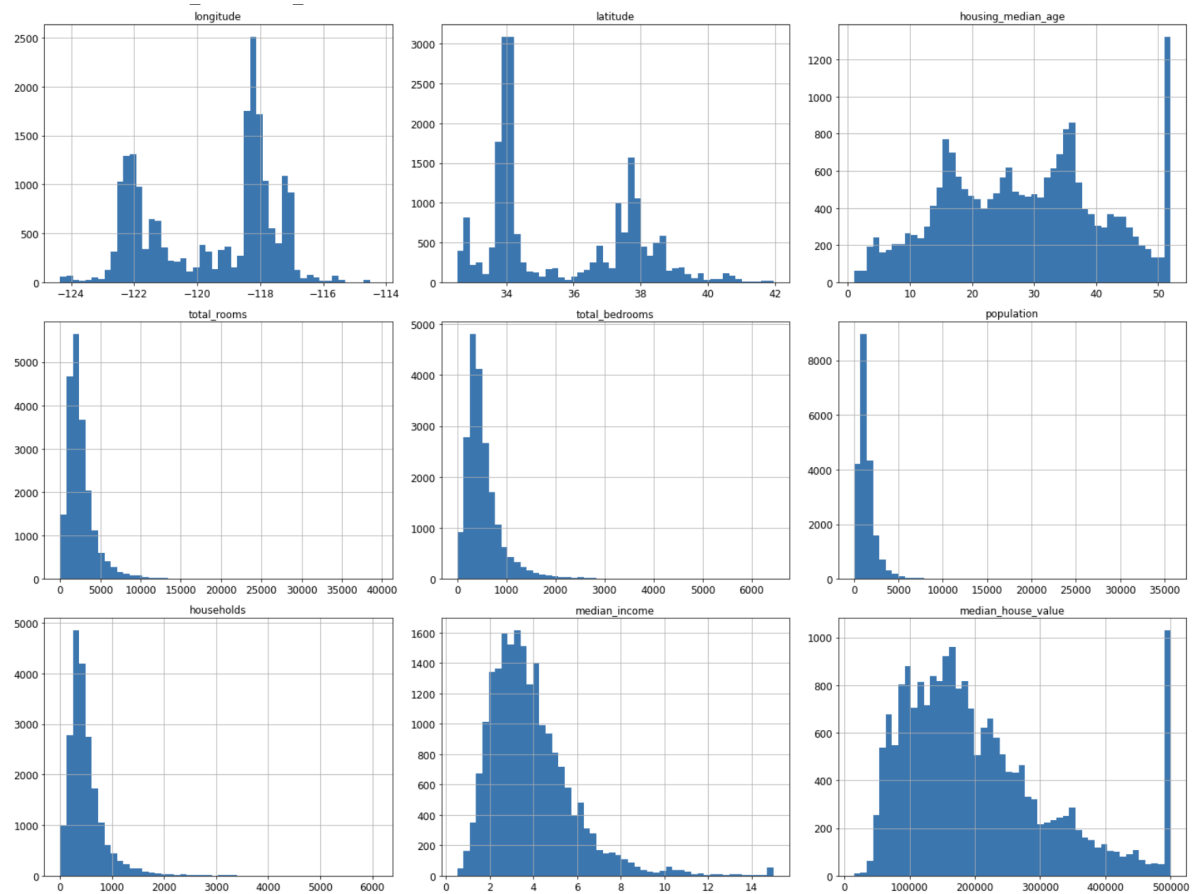
| 특성값 | 설명 |
|------------|---------------------|
| <1H OCEAN | 해안에서 1시간 이내 |
| INLAND | 내륙 |
| NEAR OCEAN | 해안 근처 |
| NEAR BAY | 샌프란시스코의 Bay Area 지역 |
| ISLAND | 섬 |

수치형 데이터 탐색

```
[11] 1 housing.describe()
```

| | longitude | latitude | housing_median_age | total_rooms | total_bedrooms | population | households | median_income | median_house_value |
|-------|--------------|--------------|--------------------|--------------|----------------|--------------|--------------|---------------|--------------------|
| count | 20640.000000 | 20640.000000 | 20640.000000 | 20640.000000 | 20433.000000 | 20640.000000 | 20640.000000 | 20640.000000 | 20640.000000 |
| mean | -119.569704 | 35.631861 | 28.639486 | 2635.763081 | 537.870553 | 1425.476744 | 499.539680 | 3.870671 | 206855.816909 |
| std | 2.003532 | 2.135952 | 12.585558 | 2181.615252 | 421.385070 | 1132.462122 | 382.329753 | 1.899822 | 115395.615874 |
| min | -124.350000 | 32.540000 | 1.000000 | 2.000000 | 1.000000 | 3.000000 | 1.000000 | 0.499900 | 14999.000000 |
| 25% | -121.800000 | 33.930000 | 18.000000 | 1447.750000 | 296.000000 | 787.000000 | 280.000000 | 2.563400 | 119600.000000 |
| 50% | -118.490000 | 34.260000 | 29.000000 | 2127.000000 | 435.000000 | 1166.000000 | 409.000000 | 3.534800 | 179700.000000 |
| 75% | -118.010000 | 37.710000 | 37.000000 | 3148.000000 | 647.000000 | 1725.000000 | 605.000000 | 4.743250 | 264725.000000 |
| max | -114.310000 | 41.950000 | 52.000000 | 39320.000000 | 6445.000000 | 35682.000000 | 6082.000000 | 15.000100 | 500001.000000 |

수치형 데이터 특성별 히스토그램



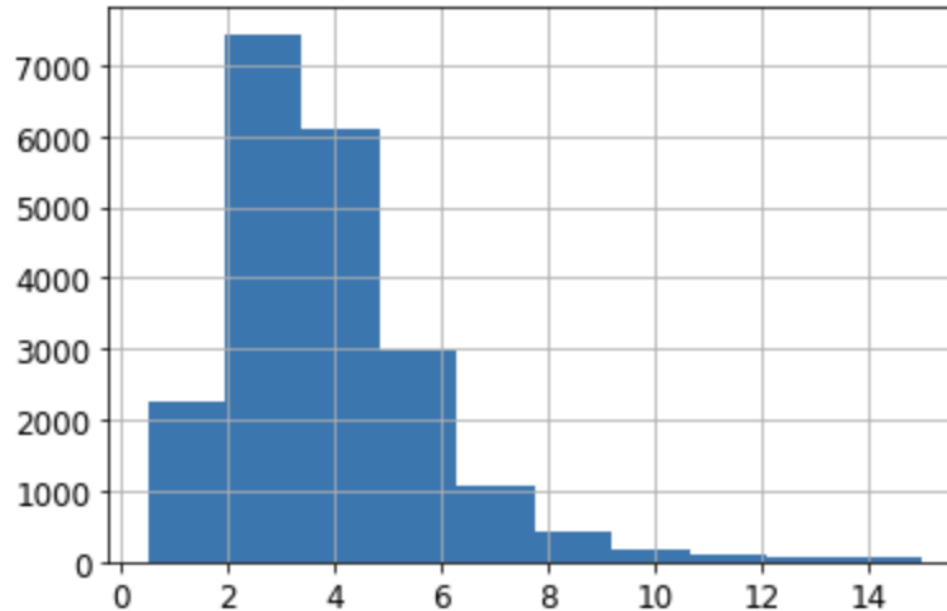
2.3.4 테스트 세트 만들기

- 모델 학습 시작 이전에 준비된 데이터셋을 훈련 세트와 테스트 세트로 구분
 - 테스트 세트 크기: 전체 데이터 셋의 20%
- 테스트 세트에 포함된 데이터는 미리 분석하지 말 것.
 - 미리 분석 시 **데이터 스누핑 편향**을 범할 가능성이 높아짐
 - 미리 보면서 알아낸 직관이 학습 모델 설정에 영향을 미칠 수 있음
- 훈련 세트와 데이터 세트를 구분하는 방식에 따라 결과가 조금씩 달라짐
 - 무작위 샘플링 vs. 계층적 샘플링
- 여기서는 계층적 샘플링 활용

계층적 샘플링

- 계층: 동질 그룹
 - 예제: 소득별 계층
- 테스트 세트: 전체 계층을 대표하도록 각 계층별로 적절한 샘플 추출
- 예제: 소득 범주
 - 계층별로 충분한 크기의 샘플이 포함되도록 지정해야 학습 과정에서 편향이 발생하지 않음
 - 특정 소득 구간에 포함된 샘플이 과하게 적거나 많으면 해당 계층의 중요도가 과대 혹은 과소 평가됨

- 전체 데이터셋의 중간 소득 히스토그램 활용



- 대부분 구역의 중간 소득이 **1.5~6.0**(15,000~60,000\$) 사이
- 소득 구간을 아래 숫자를 기준으로 5개로 구분

`[0, 1.5, 3.0, 4.6, 6.0, np.inf]`

계층 샘플링과 무작위 샘플링 비교

| | 전체 | 계층 샘플링 | 무작위 샘플링 | 무작위 샘플링 오류율 | 계층 샘플링 오류율 |
|---|----------|----------|----------|-------------|------------|
| 1 | 0.039826 | 0.039729 | 0.040213 | 0.973236 | -0.243309 |
| 2 | 0.318847 | 0.318798 | 0.324370 | 1.732260 | -0.015195 |
| 3 | 0.350581 | 0.350533 | 0.358527 | 2.266446 | -0.013820 |
| 4 | 0.176308 | 0.176357 | 0.167393 | -5.056334 | 0.027480 |
| 5 | 0.114438 | 0.114583 | 0.109496 | -4.318374 | 0.127011 |

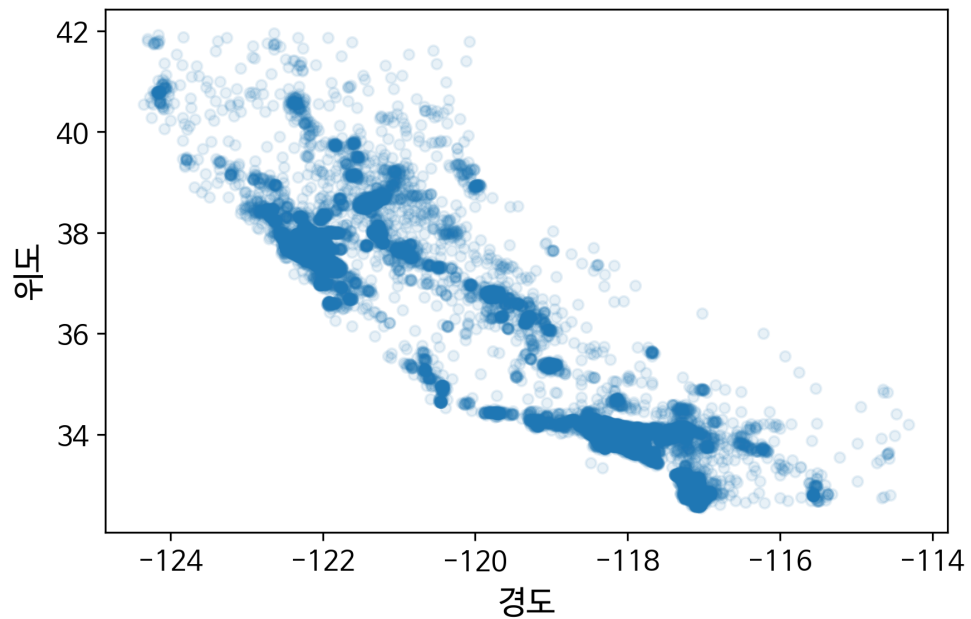
2.4 데이터 이해를 위한 탐색과 시각화

주의 사항

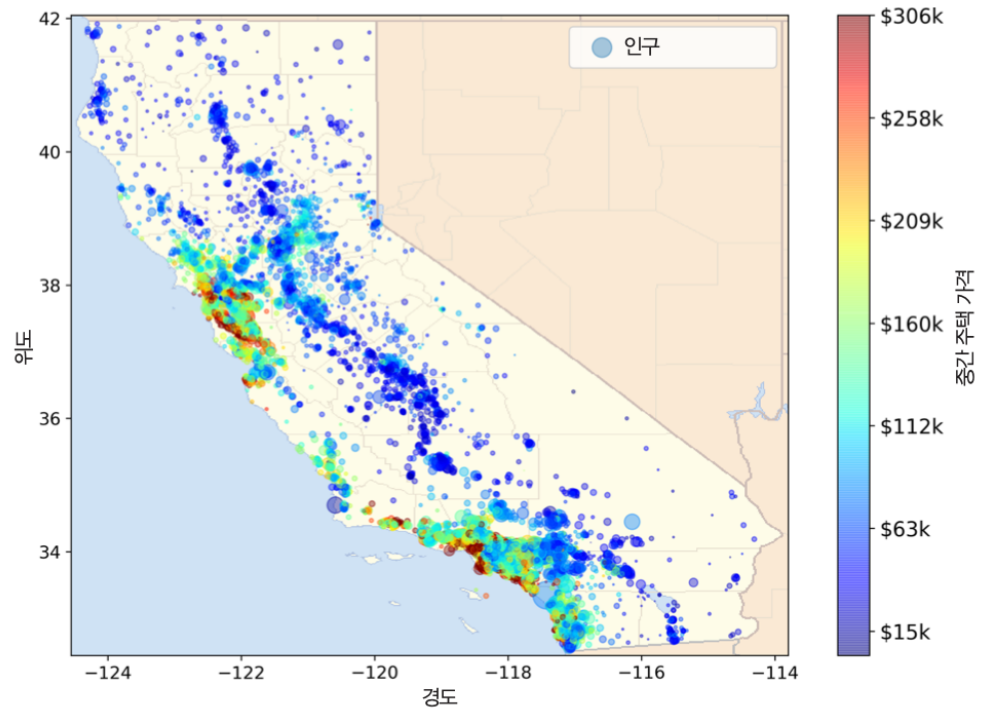
- 테스트 세트를 제외한 훈련 세트에 대해서만 시각화를 이용하여 탐색
- 데이터 스누핑 편향 방지 용도

2.4.1 지리적 데이터 시각화

- 구역이 집결된 지역과 그렇지 않은 지역 구분 가능
- 샌프란시스코의 베이 에어리어, LA, 샌디에고 등 밀집된 지역 확인 가능



- 주택 가격이 해안 근접도 또는 인구 밀도와 관련이 큼
- 해안 근접도: 위치에 따라 다르게 작용
 - 대도시 근처: 해안 근처 주택 가격이 상대적 높음
 - 북부 캘리포니아 지역: 높지 않음



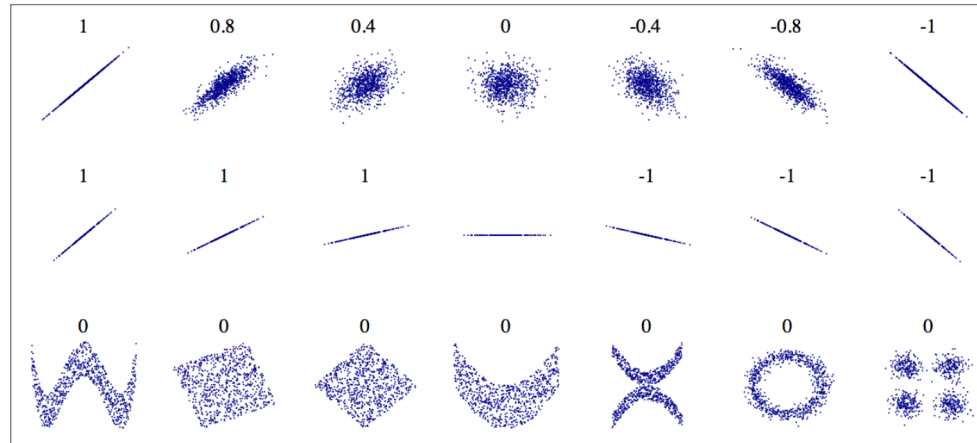
2.4.2 상관관계 조사

- 중간 주택 가격 특성과 다른 특성 사이의 상관관계: 상관계수 활용

```
In [39]: corr_matrix["median_house_value"].sort_values(ascending=False)
```

```
Out[39]: median_house_value    1.000000  
         median_income        0.687160  
         total_rooms          0.135097  
         housing_median_age    0.114110  
         households           0.064506  
         total_bedrooms        0.047689  
         population           -0.026920  
         longitude            -0.047432  
         latitude             -0.142724  
         Name: median_house_value, dtype: float64
```

상관계수의 특징



<그림 출처: [위키백과 \(https://en.wikipedia.org/wiki/Pearson correlation coefficient\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Pearson_correlation_coefficient)>

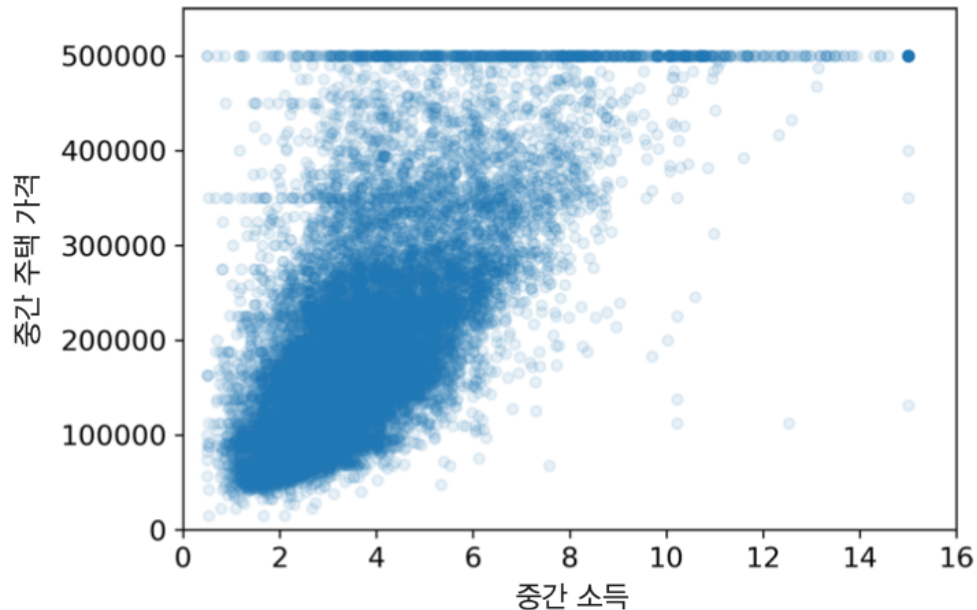
- 상관계수: $[-1, 1]$ 구간의 값
- 1에 가까울 수록: 강한 양의 선형 상관관계
- -1에 가까울 수록: 강한 음의 선형 상관관계
- 0에 가까울 수록: 매우 약한 선형 상관관계

주의사항

- 상관계수가 0에 가까울 때: 선형 관계가 거의 없다는 의미이지, 아무런 관계가 없다는 의미는 아님
- 상관계수는 기울기와 아무 연관 없음

상관계수를 통해 확인할 수 있는 정보

- 중간 주택 가격과 중간 소득의 상관계수가 0.68로 가장 높음
 - 중간 소득이 올라가면 중간 주택 가격도 상승하는 경향이 있음
 - 점들이 너무 넓게 퍼져 있음. 완벽한 선형관계와 거리 멀.



- 50만 달러 수평선: 가격 제한 결과로 보임
 - 45만, 35만, 28만, 그 아래 정도에서도 수평선 존재. 이유는 알려지지 않음.
 - 이상한 형태를 학습하지 않도록 해당 구역을 제거하는 것이 좋음.

이유가 정확하지 않지만 앞서 언급한 수평선을 이루는 데이터를 어떻게 처리할 것인지 결정해야 한다. 보통 아래 세 가지 방식중에 하나를 선택한다.

- 그대로 둔다. 책에서 사용하는 방식이다. 하지만 ...

2.4.3 특성 조합으로 실험

- 구역별 방의 총 개수와 침실의 총 개수 대신 아래 특성이 보다 유용함
 - 가구당 방 개수(rooms for household)
 - 방 하나당 침실 개수(bedrooms for room)
 - 가구당 인원(population per household)

```
[47] 1 corr_matrix = housing.corr()  
     2 corr_matrix["median_house_value"].sort_values(ascending=False)
```

| | |
|--------------------------|-----------|
| median_house_value | 1.000000 |
| median_income | 0.687160 |
| rooms_per_household | 0.146285 |
| total_rooms | 0.135097 |
| housing_median_age | 0.114110 |
| households | 0.064506 |
| total_bedrooms | 0.047689 |
| population_per_household | -0.021985 |
| population | -0.026920 |
| longitude | -0.047432 |
| latitude | -0.142724 |
| bedrooms_per_room | -0.259984 |

Name: median_house_value, dtype: float64

- 중간 주택 가격과 방 하나당 침실 개수의 연관성 다소 있음
- 가구당 방 개수의 역할은 여전히 미미함