

예시

기초 데이터 과학

교재 제작 참조 템플릿의 견본 원고. 주제와 수치, 인물, 기관은 모두 예시이며 실제 교육 과정과 관계없다.

지은이	편집부 (예시 저자)
판 · 날짜	제1판 v1.0.0 · 2026년 10월 3일
대상	대학 교양 · 1학기 15주 (예시)

[예시] 기초 데이터 과학

[예시] 기초 데이터 과학

측정에서 회귀까지 — 교재 템플릿 견본

편집부 (예시 저자) 지음

예시출판 (가상)

서명	[예시] 기초 데이터 과학
판·쇄	제1판 제1쇄 (v1.0.0) · 2026년 10월 3일
지은이	편집부 (예시 저자)
펴낸곳	예시출판 (가상) · 주소와 전화번호는 예시 자리
ISBN	979-11-0000-000-0 93000 (예시 번호)
정가	00,000원

이 문서는 교재 제작용 템플릿의 견본이다. ISBN, 출판사, 저자, 수치 자료는 모두 예시이며 실제와 관계없다. 사진과 도면은 직접 만든 합성 자료다.

이 책의 저작권은 저자에게 있습니다. 저작권법에 따라 보호받는 저작물이므로 무단 전재와 복제를 금합니다. 잘못된 책은 구입하신 곳에서 바꿔 드립니다.

머리말

이 책은 교재 템플릿이 실제로 어떻게 보이는지 확인하기 위한 견본이다. 주제로 고른 ‘기초 데이터 과학’은 학습 요소를 골고루 보여 주기 좋아서 택한 예시일 뿐이다.

교재는 일반 도서와 달리 독자가 처음부터 끝까지 한 번 읽고 덮는 책이 아니다. 학습자는 장 표제지에서 목표를 확인하고, 본문과 예제를 오가며 개념을 익히고, 확인 문제로 이해를 점검한 뒤, 장 끝의 요약과 연습 문제로 돌아온다. 그래서 교재의 조판은 같은 종류의 정보가 언제나 같은 모양으로, 같은 자리에 나오는 것이 가장 중요하다.

이 견본은 「도서·교재 출판 디자인 시스템 & 빌드 표준」을 그대로 따른다. 판형은 46배판(188 × 257mm), 본문은 Pretendard 9.5/16pt, 코드는 JetBrains Mono 8/12.5pt다. 좌우 대칭 여백, 홀수 쪽 장 시작, 앞붙이 로마 숫자 쪽번호, 자동 차례와 표·그림 차례, 찾아보기, PDF 책갈피를 빌드가 만든다. 장·절·표·그림·식·예제·문제 번호는 원고에 쓰지 않는다.

원고를 새로 쓸 때는 다음 쪽의 「이 책의 구성과 활용법」과 저장소의 README.md를 함께 보기 바란다. 모든 학습 요소의 HTML 견본이 그곳에 있다.

2026년 10월
편집부 (예시)

이 책의 구성과 활용법

모든 장은 같은 순서로 짜여 있다. 학습 요소는 언제나 같은 모양과 같은 자리로 나오므로, 한 번 익혀 두면 어느 장에서든 필요한 곳을 바로 찾을 수 있다.

① 장 표제지

학습 목표 · 핵심 용어 ·
생각해 보기

② 본문

절 · 예제와 풀이 · 팁 ·
심화

③ 확인 문제

절을 마칠 때마다 바로
점검

④ 장 마무리

요약 · 핵심 용어 정리 ·
연습 문제

⑤ 정답 및 해설

부록 A · 문제마다 쪽
안내

학습 요소 범례

학습 목표

01 평균을 계산할 수 있다.

학습 목표 .objectives

장 표제지에 3~5개를 ‘~할 수 있다’ 문장으로 씀. 번호는 장 끝 ‘요약’의 번호와 1:1로 대응한다.

핵심 용어

■ 평균 ■ 분산

핵심 용어 .keyterms

장에서 새로 정의하는 용어. 본문에서 처음 나올 때 굵게 쓰고, 장 끝 ‘핵심 용어 정리’와 찾아보기에 다시 실린다.

생각해 보기

반 평균이 같으면 두 반의 성적도
같을까?

생각해 보기 .warmup

장을 시작하기 전에 떠올려 볼 질문. 정답이 없으며, 장을 마친 뒤 다시 답해
보도록 본문에서 한 번 되짚는다.

예제 2-1 표본 평균

풀이

답 14

예제와 풀이 .example

문제 → 단계별 풀이 → 답 순서. 번호 ‘예제 n-m’은 빌드가 매기며, 본문에서
xref로 참조한다.

팁

계산기보다 표로 정리하자.

팁 .callout.tip

시간을 아끼는 요령이나 기억법. 강조색 세로줄로 표시한다.

주의

n 과 $n-1$ 을 혼동하지 말 것.

주의 `.callout.warn`

자주 틀리는 곳, 오해하기 쉬운 개념. 콜아웃은 연달아 두 개를 넘기지 않는다.

심화

왜 $n-1$ 로 나눌까?

심화 `.sidebar.deep`

시험 범위를 넘는 깊은 내용. 건너뛰어도 다음 절을 읽는 데 지장이 없다.

읽을거리

통계라는 말의 유래

읽을거리 `.sidebar.read`

역사, 사례, 직업 이야기처럼 흥미를 돋우는 글. 본문 흐름 밖에 있다.

확인 문제

2-1 중앙값은? 정답 쪽 안내

확인 문제 `.check`

절을 마칠 때 바로 푸는 1~3문항. 문제 끝의 ‘정답 n 쪽’은 부록 A의 해설로 이어지는 링크다.

요약

01 평균은 자료의 합을 개수로 나눈 값이다.

요약 · 핵심 용어 정리 `.summary .termlist`

장 끝에서 학습 목표 번호 순서대로 요약하고, 핵심 용어를 정의와 함께 다시 정리한다.

응용

연습 문제 `.exercises .level`

기본 · 응용 · 심화 세 단계. 강조색 막대 수(1~3개)가 난이도다. 모든 문제의 정답과 해설은 부록 A에 있다.

번호와 참조 읽는 법

표기	뜻	예
2.3, 2.3.1	2장 3절, 2장 3절 1항	2.3 분산과 표준편차
표·그림 n - m	n 장의 m 번째 표·그림 (도면도 같은 방식)	표 2-1, 그림 3-1
식 (n - m)	n 장의 m 번째 번호 붙은 식	식 (2-2)
확인 문제 n - m	n 장의 m 번째 확인 문제	확인 문제 1-2
연습 문제 n - m	n 장의 m 번째 연습 문제	연습 문제 3-4

차례

표·그림 차례	xi
1 데이터와 측정	1
1.1 데이터란 무엇인가	2
1.2 변수의 종류와 척도	4
1.3 측정 결과를 표로 정리하기	5
2 자료 요약하기: 기술 통계	9
2.1 도수분포와 히스토그램	10
2.2 중심 경향: 평균과 중앙값	11
2.3 퍼짐: 분산과 표준편차	12
3 두 변수의 관계: 상관과 회귀	15
3.1 산점도와 상관	16
3.2 단순 선형 회귀	18
3.3 예측과 그 한계	20
부록 A 정답 및 해설	23
A.1 1장 데이터와 측정	23
A.2 2장 자료 요약하기	24
A.3 3장 두 변수의 관계	24
용어집	27
참고 문헌	29
찾아보기	31

표·그림 차례

표

1장

표 1-1	변수의 네 가지 척도.....	4
-------	------------------	---

2장

표 2-1	6월 일 최고 기온의 도수분포 (가상 자료, n = 30)	10
-------	--	----

3장

표 3-1	기온과 판매량 (가상 자료).....	16
-------	----------------------	----

그림

1장

그림 1-1	관측 장비가 설치된 들판 (3/4 폭 108.5mm, 3:2)	2
--------	--	---

2장

그림 2-1	일 최고 기온의 히스토그램.....	10
--------	---------------------	----

3장

그림 3-1	기온과 판매량의 산점도와 회귀 직선 (3/4 폭)	17
--------	-----------------------------------	----

도면

1장

도면 1-1	기상 관측 노장 배치도(가상)	3
--------	------------------------	---

01

데이터와 측정

학습 목표

- 01 관측 단위와 변수를 구별하여 설명할 수 있다.
 - 02 변수를 명목·순서·구간·비율 척도로 분류할 수 있다.
 - 03 단위를 변환하고 척도에 맞는 연산을 고를 수 있다.
 - 04 측정 결과를 변수 열과 관측 행으로 이루어진 표로 정리할 수 있다.
-

핵심 용어

- 관측 단위
 - 변수
 - 척도
 - 정형 자료
 - 결측값
-

생각해 보기

“오늘은 어제보다 두 배 더웠다.” 어제 10°C, 오늘 20°C였다면 이 말은 옳을까? 장을 마친 뒤 다시 답해 보자.

1.1 데이터란 무엇인가

데이터는 관찰하거나 측정한 결과를 기록한 것이다. 기상 관측소가 매일 기록하는 기온, 강수량, 풍속이 대표적인 예다. 이 책은 가상의 관측소 자료를 예로 들어 설명한다.

1.1.1 관측 단위와 변수

측정의 대상이 되는 하나하나를 **관측 단위**라 하고, 관측 단위마다 값이 달라질 수 있는 특성을 **변수**라 한다. 관측소 자료에서는 ‘하루’가 관측 단위이고, 그날의 최고 기온과 강수량이 변수다.

그림 1-1은 관측 장비가 놓인 들판의 모습이다. 장비의 배치는 도면 1-1(3쪽)의 배치도로 정확히 나타낸다. 사진은 분위기와 맥락을, 도면은 위치와 치수를 전한다.

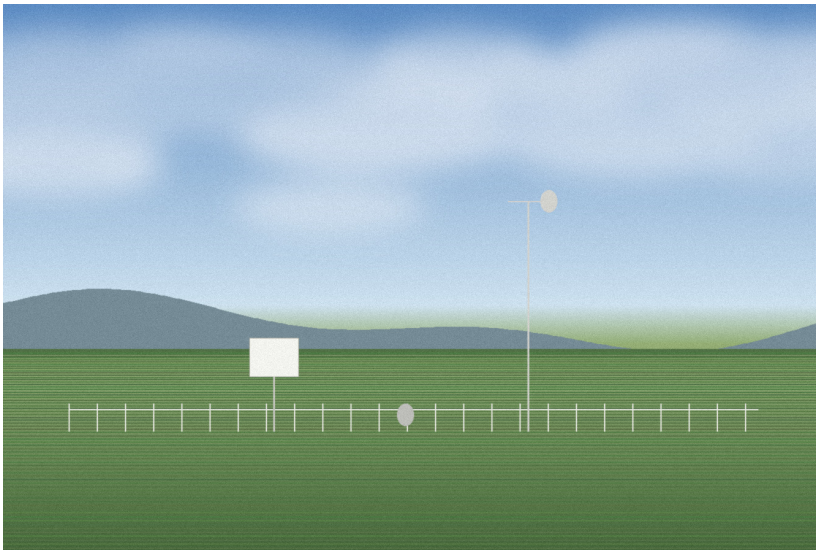


그림 1-1 관측 장비가 설치된 들판 (3/4 폭 108.5mm, 3:2) 합성 이미지(자리표시)

1.1.2 자료의 형태

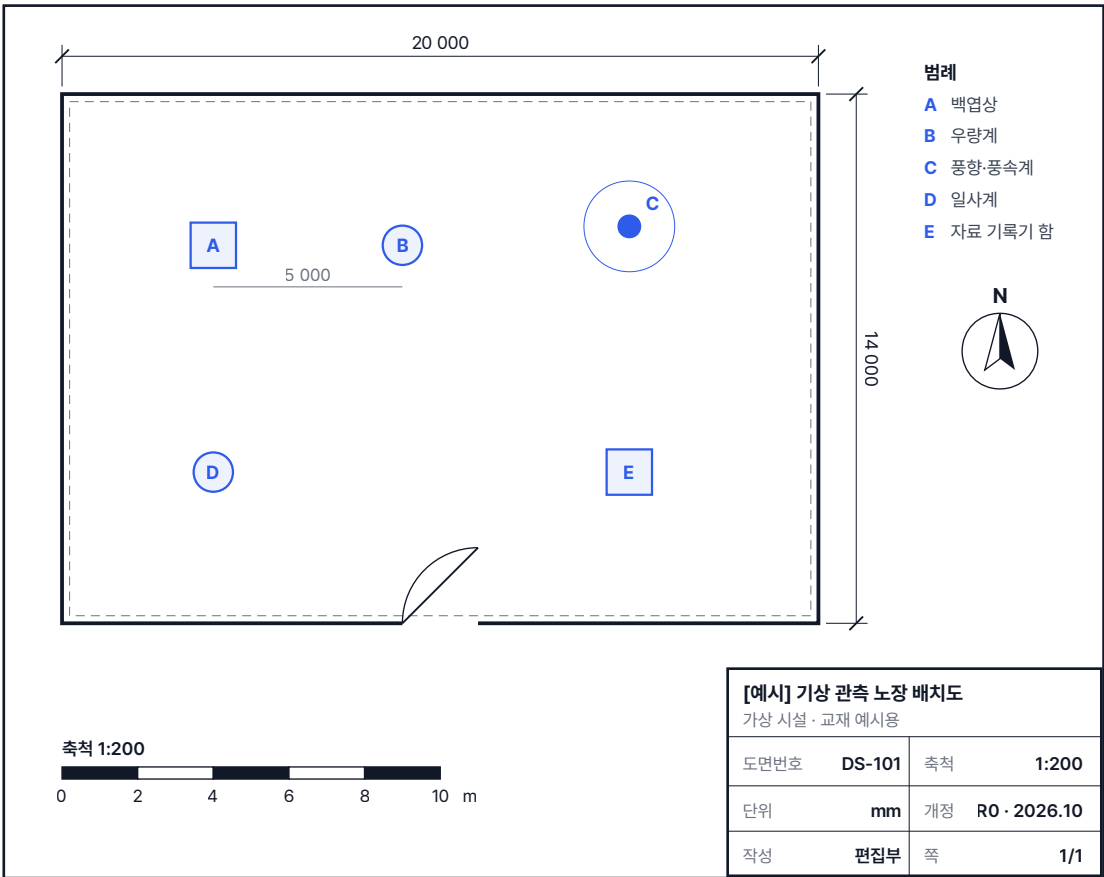
자료는 담기는 모양에 따라 두 가지로 나눌 수 있다.

정형 자료

행과 열이 정해진 표에 담기는 자료를 **정형 자료**라 한다. 각 행은 관측 단위, 각 열은 변수다. 이 책에서 다루는 자료는 모두 정형 자료다.

비정형 자료

사진, 음성, 자유 서술처럼 정해진 표 구조가 없는 자료를 비정형 자료라 한다. 분석하려면 먼저 필요한 특성을 뽑아 정형 자료로 바꾼다.



도면 1-1 기상 관측 노장 배치도(가상). 축척 1:200 (원도 1:100), 단위 mm, 도면번호 DS-101

확인 문제

1-1 관측소가 30일 동안 매일 최고 기온과 강수량을 기록했다. 관측 단위와 변수를 각각 쓰시오. 정답 23쪽

1-2 설문지의 자유 서술 응답은 정형 자료인가, 비정형 자료인가? 정답 23쪽

1.2 변수의 종류와 척도

변수는 값의 성질에 따라 네 가지 **척도**로 나눈다(표 1-1). 척도에 따라 쓸 수 있는 연산과 요약 방법이 달라진다.

표 1-1 변수의 네 가지 척도

척도	값의 성질	가능한 연산	예
명목	이름만 구별한다. 순서가 없다	같다·다르다	혈액형, 관측소 이름
순서	순서가 있지만 간격이 같지 않다	+ 크다·작다	학년, 만족도(상·중·하)
구간	간격이 같지만 0이 ‘없음’이 아니다	+ 더하기·빼기	섭씨온도, 연도
비율	간격이 같고 0이 ‘없음’이다	+ 곱하기·나누기	강수량, 몸무게

주: 아래 척도일수록 위 척도의 연산을 모두 포함한다.

예제 1-1 변수의 척도 분류

관측소 자료의 변수 ‘관측소 코드’, ‘구름 양(맑음·조금 흐림·흐림)’, ‘최고 기온(°C)’, ‘강수량(mm)’의 척도를 각각 쓰시오.

풀이

- 1 관측소 코드는 이름표일 뿐 크기나 순서가 없다 → 명목 척도.
- 2 구름 양은 순서가 있지만 ‘맑음’과 ‘조금 흐림’의 차이가 다른 단계 차이와 같다고 할 수 없다 → 순서 척도.
- 3 섭씨 0°C는 ‘온도 없음’이 아니다 → 구간 척도. 강수량 0mm는 ‘비가 없음’이다 → 비율 척도.

답 명목 · 순서 · 구간 · 비율

팁

척도가 헷갈리면 “0이 ‘없음’을 뜻하는가?”와 “두 배라고 말할 수 있는가?”를 차례로 물어보자. 둘 다 ‘예’면 비율 척도다.

1.2.1 단위 변환

구간 척도인 섭씨온도와 화씨온도는 식 (1-1)로 바꾼다. 두 단위의 0점이 다르므로 곱하기만으로는 바꿀 수 없다.

$$F = \frac{9}{5}C + 32 \quad (1-1)$$

예제 1-2 섭씨를 화씨로 바꾸기

관측소의 6월 평균 최고 기온은 26.4°C였다. 화씨로 바꾸시오.

풀이

- 1 식 (1-1)에 $C = 26.4$ 를 넣는다: $9/5 \times 26.4 = 47.52$.
- 2 32를 더한다: $47.52 + 32 = 79.52$.

답 약 79.5°F

읽을거리

켈빈 온도는 비율 척도다

과학에서 쓰는 켈빈(K) 온도는 분자 운동이 멈추는 절대 영도를 0으로 둔다. 0K가 ‘열이 없음’을 뜻하므로 켈빈 온도는 비율 척도이고, “두 배 뜨겁다”는 말은 켈빈으로 잴 때만 뜻이 있다. 섭씨온도에 273.15를 더하면 켈빈 온도가 된다.

1.3 측정 결과를 표로 정리하기

정형 자료는 한 행에 관측 단위 하나, 한 열에 변수 하나를 둔다. 이 형식을 지키면 대부분의 분석 도구에서 바로 읽을 수 있다. 코드 1-1은 CSV 파일에서 기온 열을 읽어 결측값을 세는 예다.

코드 1-1 CSV 파일에서 기온 열 읽기 (Python 표준 라이브러리)

```
1 import csv
2
3 temps, missing = [], 0
4 with open("station_june.csv", encoding="utf-8") as f:
5     for row in csv.DictReader(f):      # 한 행 = 하루(관측 단위)
6         value = row["max_temp"].strip() # 한 열 = 변수
7         if value == "":
8             missing += 1 # 빈칸은 결측값
9             continue
10        temps.append(float(value))
11
12 print(len(temps), "일 기록,", missing, "일 결측")
```

주의

결측값을 0으로 채우면 안 된다. 기온 0°C는 실제로 측정된 값이므로, 빈칸을 0으로 바꾸면 평균이 크게 낮아진다. 결측은 결측대로 따로 센다.

심화

측정 오차

같은 대상을 여러 번 재도 값은 조금씩 다르다. 측정 장비의 한계에서 오는 오차를 측정 오차라 하며, 기록에는 장비의 분해능(예: 0.1°C)을 함께 적어 둔다. 분해능보다 더 자세한 자릿수로 결과를 보고하지 않는다.

확인 문제

1-3 코드 1-1에서 빈칸을 결측값으로 세는 줄은 무엇을 검사하는가? 정답 23쪽

요약

- 01** 관측 단위는 측정 대상 하나하나이고, 변수는 관측 단위마다 달라지는 특성이다.
- 02** 척도는 명목·순서·구간·비율의 네 가지이며, 아래 척도일수록 쓸 수 있는 연산이 많다.
- 03** 섭씨와 화씨처럼 0점이 다른 단위는 식 (1-1)처럼 곱하기와 더하기로 바꾼다.
- 04** 정형 자료는 한 행에 관측 단위, 한 열에 변수를 두며, 결측값은 0으로 채우지 않는다.

핵심 용어 정리

관측 단위 측정의 대상이 되는 하나하나. 표의 한 행.

observational unit

변수 관측 단위마다 값이 달라질 수 있는 특성. 표의 한 열.

variable

척도 변수 값의 성질에 따른 분류. 명목·순서·구간·비율.

scale of measurement

정형 자료 행과 열이 정해진 표에 담기는 자료.

structured data

결측값 기록되지 않은 값. 0과 구별하여 따로 센다.

missing value

연습 문제

 **기본** 개념을 그대로 적용한다

1-1 다음 변수의 척도를 쓰시오. (1) 혈액형 (2) 학년 (3) 섭씨온도 (4) 몸무게 정답 23쪽

1-2 25°C를 화씨온도로 바꾸시오. 정답 23쪽

 **응용** 두 개념을 함께 쓴다

1-3 도면 1-1에서 백엽상(A)과 우량계(B)의 중심 사이는 지면에서 25mm다. 실제 거리는 몇 m인가? 정답 23쪽

- 1-4** ‘생각해 보기’의 주장 “10°C에서 20°C가 되었으니 두 배 더워졌다”가 옳지 않은 까닭을 척도로 설명하고, 켈빈 온도로 비를 구하시오. 정답 23쪽

■■■ **심화** 스스로 방법을 고른다

- 1-5** 30일 기온 기록 중 2일이 결측이다. 평균 기온을 보고할 때 취할 수 있는 처리 방법 두 가지와 각각의 장단점을 쓰시오. 정답 24쪽

02

자료 요약하기: 기술 통계

요약한다.

학습 목표

- 01 도수분포표를 만들고 히스토그램으로 나타낼 수 있다.
- 02 평균과 중앙값을 계산하고 이상값의 영향을 비교할 수 있다.
- 03 표본 분산과 표준편차를 계산하고 그 뜻을 해석할 수 있다.
- 04 코드로 기술 통계량을 구하고 손 계산과 대조할 수 있다.

핵심 용어

■ 도수분포 ■ 히스토그램 ■ 평균 ■ 중앙값 ■ 분산 ■ 표준편차

생각해 보기

두 반의 수학 평균이 똑같이 70점이다. 그렇다면 두 반의 성적 분포도 같다고 말할 수 있을까?
어떤 정보가 더 있어야 할까?

2.1 도수분포와 히스토그램

값의 범위를 몇 개의 계급으로 나누고 각 계급에 속하는 값의 개수를 센 표를 **도수분포표**라 한다. 표 2-1은 가상 관측소의 6월 일 최고 기온 30일을 폭 2°C의 계급으로 정리한 것이다.

표 2-1 6월 일 최고 기온의 도수분포 (가상 자료, n = 30)

계급 (°C)	도수 (일)	상대도수	누적 도수
21 이상 23 미만	3	0.100	3
23 이상 25 미만	5	0.167	8
25 이상 27 미만	10	0.333	18
27 이상 29 미만	7	0.233	25
29 이상 31 미만	4	0.133	29
31 이상 33 미만	1	0.033	30
합계	30	1.000	—

출처: 이 책을 위해 만든 가상 자료. 상대도수는 소수 셋째 자리에서 반올림했다.

도수분포표를 막대로 그린 것이 **히스토그램**이다(그림 2-1). 막대 사이에 틈을 두지 않는 까닭은 계급이 연속된 수의 구간이기 때문이다.

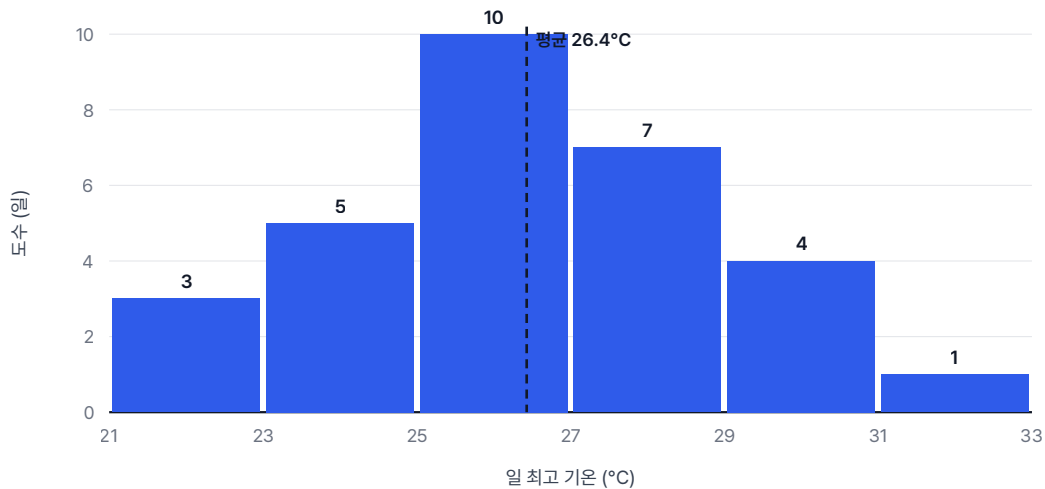


그림 2-1 일 최고 기온의 히스토그램. 점선은 평균

2.2 중심 경향: 평균과 중앙값

2.2.1 평균

평균은 모든 값을 더해 개수로 나눈 값이다. n 개의 값 $x_1, \dots, x_n$ 의 평균은 식 (2-1)과 같다.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (2-1)$$

2.2.2 중앙값

값을 크기 순서로 늘어놓았을 때 한가운데 오는 값이 **중앙값**이다. 값의 개수가 짝수이면 가운데 두 값의 평균을 쓴다.

예제 2-1 평균과 중앙값 구하기

다섯 번 잦 기온이 12, 15, 11, 14, 18(°C)이다. 평균과 중앙값을 구하시오.

풀이

- 1 합: $12 + 15 + 11 + 14 + 18 = 70$. 평균: $70 \div 5 = 14$.
- 2 크기 순서: 11, 12, **14**, 15, 18. 다섯 개 중 셋째 값이 중앙값이다.

답 평균 14°C, 중앙값 14°C

이상값의 영향

다른 값들과 동떨어진 값을 이상값이라 한다. 위 예제의 18을 58로 잘못 적으면 평균은 22로 크게 뛰지만 중앙값은 14 그대로다. 중앙값은 이상값에 덜 민감하다.

팁

평균과 중앙값이 크게 다르면 자료가 한쪽으로 치우쳤거나 이상값이 있다는 신호다. 둘을 함께 보고하는 습관을 들이자.

확인 문제

2-1 자료 9, 3, 7, 5, 11의 중앙값을 구하시오. 정답 24쪽

2-2 평균과 중앙값 가운데 이상값에 덜 민감한 것은 무엇인가? 정답 24쪽

2.3 퍼짐: 분산과 표준편차

평균이 같아도 값이 평균 근처에 모여 있는지, 넓게 흩어져 있는지는 다를 수 있다. 각 값과 평균의 차이인 편차를 제곱해 더한 뒤 $n - 1$ 로 나눈 값을 표본 **분산**이라 한다(식 (2-2)). 분산의 제곱근이 **표준편차**다(식 (2-3)).

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (2-2)$$

$$s = \sqrt{s^2} \quad (2-3)$$

예제 2-2 분산과 표준편차 구하기

예제 2-1의 자료 12, 15, 11, 14, 18의 표본 분산과 표준편차를 구하시오.

풀이

- 1 평균은 14이므로 편차는 -2, 1, -3, 0, 4다.
- 2 편차 제곱의 합: $4 + 1 + 9 + 0 + 16 = 30$.
- 3 표본 분산: $30 \div (5 - 1) = 7.5$. 표준편차: $\sqrt{7.5} \approx 2.74$.

답 분산 7.5, 표준편차 약 2.74°C

주의

계산기나 프로그램에는 n 으로 나누는 ‘모분산’과 $n - 1$ 로 나누는 ‘표본 분산’이 따로 있다. 이 책의 분산은 모두 표본 분산이다.

심화

왜 $n - 1$ 로 나눌까?

표본 평균은 표본 값들에 가장 가깝게 놓이므로, 표본 평균으로 잰 편차 제곱의 합은 참 평균으로 잰 것보다 조금 작아진다. n 대신 $n - 1$ 로 나누면 이 치우침이 평균적으로 바로잡힌다. 이를 자유도로 설명하기도 한다.

코드 2-1은 Python 표준 라이브러리의 `statistics` 모듈로 6월 기온 30일의 기술 통계량을 구한다. `variance`와 `stdev`는 표본 분산과 표본 표준편차를 돌려준다.

코드 2-1 기술 통계량 계산과 실행 결과

```

1 import statistics as st
2
3 june = [21.4, 23.8, 25.1, 26.3, 24.7, 22.9, 27.5, 28.2, 26.8, 25.6,
4         24.1, 29.3, 30.4, 27.9, 26.2, 25.4, 23.3, 28.7, 31.2, 29.8,
5         27.1, 26.6, 24.9, 25.8, 28.4, 30.1, 27.4, 26.1, 22.6, 25.3]
6
7 for name, fn in [("평균", st.mean), ("중앙값", st.median),
8                 ("분산", st.variance), ("표준편차", st.stdev)]:
9     print(f"{name}: {fn(june):.2f}")
10 # 평균: 26.43   중앙값: 26.25   분산: 6.00   표준편차: 2.45

```

확인 문제

2-3 모든 값이 똑같은 자료의 분산은 얼마인가? 정답 24쪽

요약

- 01** 도수분포표는 계급별 도수를 센 표이고, 히스토그램은 이를 틈 없는 막대로 그린 그림이다.
- 02** 평균은 합 ÷ 개수, 중앙값은 한가운데 값이다. 중앙값은 이상값에 덜 민감하다.
- 03** 표본 분산은 편차 제곱의 합을 $n - 1$ 로 나눈 값이고, 표준편차는 그 제곱근이다.
- 04** `statistics` 모듈의 결과를 손 계산과 대조하면 공식의 차이(n 과 $n - 1$)를 확인할 수 있다.

핵심 용어 정리

도수분포표 frequency table	계급마다 속하는 값의 개수(도수)를 정리한 표.
히스토그램 histogram	도수분포를 틈 없는 막대로 나타낸 그림.
평균 mean	모든 값의 합을 개수로 나눈 값. 식 (2-1).
중앙값 median	크기 순서로 늘어놓았을 때 한가운데 값.
분산 variance	편차 제곱의 평균적인 크기. 표본 분산은 $n - 1$ 로 나눈다.
표준편차 standard deviation	분산의 제곱근. 원자료와 단위가 같다.

연습 문제

■ ■ ■ 기본 개념을 그대로 적용한다

2-1 자료 4, 8, 6, 5, 7의 평균과 중앙값을 구하시오. 정답 24쪽

2-2 표 2-1에서 최고 기온이 27°C 이상 29°C 미만인 날의 상대도수를 구하시오. 정답 24쪽

■ ■ ■ 응용 두 개념을 함께 쓴다

2-3 자료 2, 4, 4, 4, 5, 5, 7, 9의 표본 분산과 표준편차를 소수 셋째 자리까지 구하시오. 정답 24쪽

2-4 다섯 가구의 월 소득(백만 원)이 10, 12, 11, 13, 54다. 평균과 중앙값을 구하고, ‘대표적인 소득’으로 어느 값이 알맞은지 쓰시오. 정답 24쪽

■ ■ ■ 심화 스스로 방법을 고른다

2-5 예제 2-2의 각 값에 3을 더한 뒤 2를 곱했다. 새 자료의 평균과 표준편차를 계산 없이 구하고 그 까닭을 설명하시오. 정답 24쪽

03

두 변수의 관계: 상관과 회귀

본서.

학습 목표

- 01 산점도를 그리고 두 변수 관계의 방향과 강도를 읽을 수 있다.
- 02 상관계수를 계산하고 상관과 인과를 구별할 수 있다.
- 03 최소제곱법으로 단순 회귀 직선을 구하고 예측에 쓸 수 있다.
- 04 결정계수와 외삽의 위험을 들어 예측의 한계를 설명할 수 있다.

핵심 용어

- 산점도
- 상관계수
- 회귀 직선
- 결정계수
- 외삽

생각해 보기

아이스크림 판매량이 많은 날에는 물놀이 사고도 많다고 한다. 그렇다면 아이스크림 판매를 줄이면 사고가 줄어들까?

3.1 산점도와 상관

가상의 매장이 8일 동안 기록한 기온과 아이스크림 판매량이 표 3-1에 있다. 한 행이 하루(관측 단위)이고, 두 열이 변수다.

표 3-1 기온과 판매량 (가상 자료)

날	기온 x (°C)	판매량 y (개)
1	19	112
2	21	135
3	23	148
4	24	160
5	26	171
6	28	196
7	30	204
8	32	231

3.1.1 산점도 읽기

두 변수의 값을 좌표로 삼아 점을 찍은 그림이 **산점도**다(그림 3-1). 점들이 오른쪽 위로 올라가면 양의 관계, 오른쪽 아래로 내려가면 음의 관계다. 점들이 직선에 가깝게 모일수록 관계가 강하다.

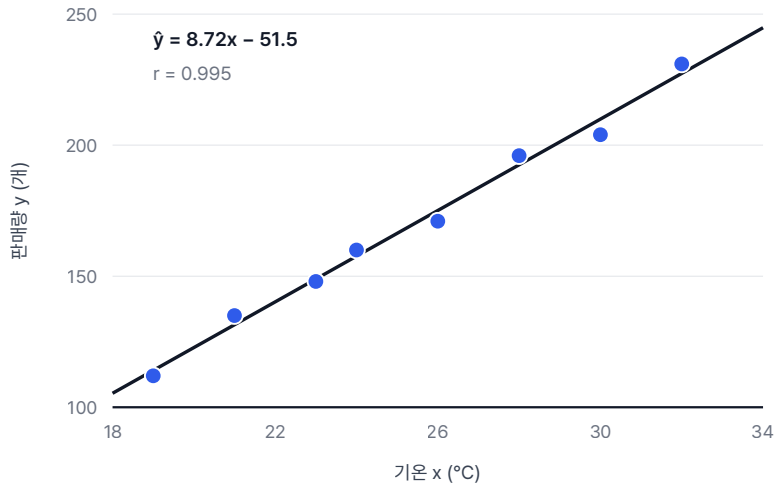


그림 3-1 기온과 판매량의 산점도와 회귀 직선 (3/4 쪽)

3.1.2 상관계수

직선 관계의 방향과 강도를 -1에서 1 사이의 수로 나타낸 것이 **상관계수** r 이다(식 (3-1)). 여기서 S_{xy} 는 두 편차를 곱해 더한 값이고 S_{xx}, S_{yy} 는 각 편차 제곱의 합이다.

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{(S_{xx} S_{yy})}}, S_{xy} = \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad (3-1)$$

예제 3-1 상관계수 계산하기

다섯 쌍의 자료 $(x, y) = (1, 2), (2, 4), (3, 5), (4, 4), (5, 5)$ 의 상관계수를 구하시오.

풀이

- 1 평균: $\bar{x} = 3, \bar{y} = 4$. 편차: x 는 -2, -1, 0, 1, 2이고 y 는 -2, 0, 1, 0, 1이다.
- 2 $S_{xy} = 4 + 0 + 0 + 0 + 2 = 6, S_{xx} = 10, S_{yy} = 4 + 0 + 1 + 0 + 1 = 6$.
- 3 $r = 6 \div \sqrt{(10 \times 6)} = 6 \div \sqrt{60} \approx 0.775$.

답 $r \approx 0.775$ (꽤 강한 양의 상관)

주의

상관은 인과가 아니다. 두 변수가 함께 움직여도 한쪽이 다른 쪽의 원인이라는 보장은 없다. 기온 같은 제3의 변수가 둘 모두에 영향을 줄 수 있다.

확인 문제

3-1 상관계수가 0이면 두 변수 사이에 아무 관계도 없다고 할 수 있는가? 정답 24쪽

3-2 표 3-1에서 기온이 가장 높은 날의 판매량은 몇 개인가? 정답 24쪽

3.2 단순 선형 회귀

산점도의 점들을 가장 잘 대표하는 직선 $\hat{y} = a + bx$ 를 **회귀 직선**이라 한다. 각 점과 직선의 세로 거리(잔차)를 제곱해 더한 값이 가장 작아지도록 a 와 b 를 정하는 방법이 최소제곱법이며, 그 해는 식 (3-2)와 같다.

$$b = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}, a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (3-2)$$

예제 3-2 회귀 직선으로 판매량 예측하기

표 3-1의 자료에서 $\bar{x} = 25.375$, $\bar{y} = 169.625$, $S_{xy} = 1219.125$, $S_{xx} = 139.875$ 다. 회귀 직선을 구하고 기온 27°C인 날의 판매량을 예측하시오.

풀이

- 기울기: $b = 1219.125 \div 139.875 \approx 8.716$.
- 절편: $a = 169.625 - 8.716 \times 25.375 \approx -51.54$.
- 예측: $\hat{y} = -51.54 + 8.716 \times 27 \approx 183.8$.

답 $\hat{y} = 8.72x - 51.5$, 27°C에서 약 184개

팁

회귀 직선은 언제나 두 평균의 점 $(\bar{x}, \bar{y})$ 을 지난다. 계산한 직선에 평균을 넣어 보면 실수를 빨리 찾을 수 있다.

코드 3-1은 식 (3-2)를 그대로 코드로 옮긴 것이다. 외부 라이브러리 없이도 회귀 직선과 상관계수를 구할 수 있다.

코드 3-1 최소제곱 회귀와 상관계수 (외부 라이브러리 없음)

```

1  from math import sqrt
2
3  x = [19, 21, 23, 24, 26, 28, 30, 32]          # 기온(°C)
4  y = [112, 135, 148, 160, 171, 196, 204, 231] # 판매량(개)
5  mx, my = sum(x) / len(x), sum(y) / len(y)
6  sxy = sum((a - mx) * (b - my) for a, b in zip(x, y))
7  sxx = sum((a - mx) ** 2 for a in x)
8  syy = sum((b - my) ** 2 for b in y)
9
10 b = sxy / sxx
11 a = my - b * mx
12 r = sxy / sqrt(sxx * syy)
13 print(f"y = {a:.2f} + {b:.3f}x, r = {r:.3f}") # y = -51.54 + 8.716x, r = 0.995

```

읽을거리

‘회귀’라는 이름

회귀(regression)는 ‘되돌아감’이라는 뜻이다. 19세기 말 부모와 자녀의 키를 비교한 연구에서, 키가 아주 큰 부모의 자녀는 부모보다 평균 쪽으로 ‘되돌아가는’ 경향이 관찰되었고, 이 현상을 설명하는 직선에 회귀라는 이름이 붙었다. 지금은 한 변수로 다른 변수를 설명하는 모형 전체를 가리킨다.

3.3 예측과 그 한계

3.3.1 결정계수

상관계수를 제곱한 r^2 을 **결정계수**라 한다. 판매량의 전체 변동 가운데 회귀 직선이 설명하는 비율이다. 표 3-1의 자료에서 $r \approx 0.995$ 이므로 $r^2 \approx 0.991$, 곧 변동의 약 99%를 기온으로 설명한다.

3.3.2 외삽의 위험

회귀 직선은 자료가 있는 범위(여기서는 19~32°C) 안에서만 믿을 수 있다. 범위 밖으로 직선을 늘려 예측하는 것을 **외삽**이라 하며, 관계가 범위 밖에서도 직선이라는 보장이 없으므로 조심해야 한다.

심화

잔차 그림

각 점의 잔차($y - \hat{y}$)를 x 에 대해 다시 찍어 보면 직선 모형이 맞는지 알 수 있다. 잔차가 0 주위에 고르게 흩어지면 좋고, 휘어진 모양이 보이면 직선이 아닌 모형을 생각해야 한다.

확인 문제

3-3 상관계수가 0.9이면 결정계수는 얼마인가? 정답 24쪽

요약

- 01** 산점도는 두 변수의 관계를 점으로 보여 준다. 방향(양·음)과 강도(직선에 모인 정도)를 읽는다.
- 02** 상관계수 r 은 -1~1 사이 값이며, 상관이 있어도 인과라고 단정할 수 없다.
- 03** 최소제곱 회귀 직선은 $b = S_{xy}/S_{xx}$, $a = \bar{y} - b\bar{x}$ 로 구하며 평균의 점을 지난다.
- 04** 결정계수 r^2 은 설명된 변동의 비율이고, 자료 범위 밖의 예측(외삽)은 믿기 어렵다.

핵심 용어 정리

산점도

scatter plot

두 변수의 값을 좌표로 삼아 찍은 점 그림.

상관계수

correlation coefficient

직선 관계의 방향과 강도를 $-1 \sim 1$ 로 나타낸 값. 식 (3-1).

회귀 직선

regression line

잔차 제곱의 합이 가장 작은 직선 $\hat{y} = a + bx$.

결정계수

coefficient of determination

회귀 직선이 설명하는 변동의 비율 r^2 .

외삽

extrapolation

자료 범위 밖으로 모형을 늘려 예측하는 일.

연습 문제

■ ■ ■ 기본 개념을 그대로 적용한다

3-1 상관계수 $r = -0.9$ 는 두 변수의 관계에 대해 무엇을 말해 주는가? 정답 25쪽

3-2 회귀 직선 $\hat{y} = 2.2 + 0.6x$ 에서 $x = 4$ 일 때의 예측값을 구하시오. 정답 25쪽

■ ■ ■ 응용 두 개념을 함께 쓴다

3-3 자료 (2, 3), (4, 7), (6, 5), (8, 9)의 회귀 직선과 상관계수를 구하시오. 정답 25쪽

3-4 예제 3-2의 직선으로 기온 40°C 인 날의 판매량을 예측하고, 이 예측을 그대로 믿기 어려운 까닭을 쓰시오. 정답 25쪽

■ ■ ■ 심화 스스로 방법을 고른다

3-5 ‘생각해 보기’의 질문에 답하시오. 아이스크림 판매량과 물놀이 사고 건수의 상관을 설명할 수 있는 다른 변수를 제시하고, 인과 관계를 확인하려면 어떤 자료가 더 필요한지 쓰시오. 정답 25쪽

정답 및 해설

확인 문제와 연습 문제의 정답이다. 번호를 누르면 문제로 돌아간다. 풀이 과정이 여럿인 문제는 대표 풀이 하나만 실는다.

A.1 1장 데이터와 측정

확인 문제

- 1-1** 관측 단위: 하루. 변수: 최고 기온, 강수량. 한 행이 하루, 한 열이 변수가 된다.
- 1-2** 비정형 자료. 정해진 열 구조가 없으므로 분석하려면 주제어 같은 특성을 뽑아 정형 자료로 바꾼다.
- 1-3** 값이 빈 문자열인지 검사한다. `value == ""`이면 결측으로 세고 목록에 넣지 않는다.

연습 문제

- 1-1** (1) 명목 (2) 순서 (3) 구간 (4) 비율.
- 1-2** 77°F . $9/5 \times 25 + 32 = 45 + 32 = 77$.
- 1-3** 5m. 축척 1:200이므로 $25\text{mm} \times 200 = 5,000\text{mm} = 5\text{m}$. 도면의 치수선 ‘5 000’과도 일치한다.
- 1-4** 옳지 않다. 켈빈으로는 약 1.035배. 섭씨는 0이 ‘없음’이 아닌 구간 척도라 비를 말할 수 없다. $283.15\text{K} \rightarrow 293.15\text{K}$ 이므로 $293.15 \div 283.15 \approx 1.035$.

- 1-5 예:** ① 결측일을 빼고 28일로 평균 ② 앞뒤 날의 평균으로 채움. ①은 간단하고 값을 지어내지 않지만 결측이 특정 날씨에 몰리면 치우친다. ②는 30일을 유지하지만 채운 값이 실제 측정이 아니므로 보고서에 방법을 밝혀야 한다.

A.2 2장 자료 요약하기

확인 문제

- 2-1** 7. 3, 5, 7, 9, 11에서 가운데 값.
- 2-2** 중앙값.
- 2-3** 0. 모든 편차가 0이다.

연습 문제

- 2-1** 평균 6, 중앙값 6. 합 $30 \div 5 = 6$. 순서대로 4, 5, 6, 7, 8.
- 2-2** 0.233. $7 \div 30 \approx 0.233$.
- 2-3** 분산 4.571, 표준편차 2.138. 평균 5, 편차 제곱의 합 $9 + 1 + 1 + 1 + 0 + 0 + 4 + 16 = 32$, $32 \div 7 \approx 4.571$, $\sqrt{4.571} \approx 2.138$.
- 2-4** 평균 20, 중앙값 12. 중앙값이 알맞다. 54라는 이상값이 평균을 끌어올려, 다섯 가구 중 네 가구가 평균보다 소득이 적다.
- 2-5** 평균 34, 표준편차 약 5.48. 더한 수는 평균만 옮기고 퍼짐은 바꾸지 않는다. 곱한 수는 평균과 표준편차를 모두 그 배수로 바꾼다. $(14 + 3) \times 2 = 34$, $2.74 \times 2 = 5.48$.

A.3 3장 두 변수의 관계

확인 문제

- 3-1** 아니다. 상관계수는 직선 관계만 잰다. U자 모양처럼 곡선 관계가 있어도 r 은 0에 가까울 수 있다.
- 3-2** 231개. 8일째, 32°C .
- 3-3** 0.81.

연습 문제

- 3-1 강한 음의 직선 관계.** 한 변수가 커질 때 다른 변수는 대체로 작아지며, 점들이 직선 근처에 모여 있다.
- 3-2 4.6.** $2.2 + 0.6 \times 4 = 4.6$.
- 3-3 $\hat{y} = 2 + 0.8x$, $r = 0.8$.** $\bar{x} = 5, \bar{y} = 6, S_{xy} = 16, S_{xx} = 20, S_{yy} = 20. b = 0.8, a = 6 - 4 = 2, r = 16 \div 20$.
- 3-4 약 297개. 외삽이므로 믿기 어렵다.** $8.716 \times 40 - 51.54 \approx 297.1$. 자료는 19~32°C 범위뿐이며, 아주 더운 날에는 외출이 줄어 관계가 달라질 수 있다.
- 3-5 공통 원인은 기온(계절).** 더운 날에는 아이스크림도 많이 팔리고 물놀이도 늘어 사고가 늘어난다. 인과를 확인하려면 기온이 같은 날끼리 비교하거나, 판매를 조절한 실험 자료처럼 제3의 변수를 통제된 자료가 필요하다.

용어집

이 책에서 정의한 용어를 가나다순으로 모았다. 괄호 안은 처음 정의된 장이다.

결정계수 coefficient of determination	회귀 직선이 설명하는 변동의 비율. (3장)
---	--------------------------

결측값 missing value	기록되지 않은 값. 0과 구별한다. (1장)
-----------------------------	--------------------------

관측 단위 observational unit	측정의 대상이 되는 하나하나. (1장)
------------------------------------	-----------------------

도수분포표 frequency table	계급마다 값의 개수를 센 표. (2장)
---------------------------------	-----------------------

변수 variable	관측 단위마다 달라질 수 있는 특성. (1장)
-----------------------	---------------------------

분산 variance	편차 제곱의 합을 $n - 1$ 로 나눈 값. (2장)
-----------------------	--------------------------------

산점도 scatter plot	두 변수의 값을 좌표로 찍은 그림. (3장)
----------------------------	--------------------------

상관계수 correlation coefficient	직선 관계의 방향과 강도, $-1 \sim 1$. (3장)
--	-----------------------------------

외삽 extrapolation	자료 범위 밖의 예측. (3장)
----------------------------	-------------------

중앙값 median	크기 순서의 한가운데 값. (2장)
----------------------	---------------------

척도 scale of measurement	명목·순서·구간·비율. (1장)
-----------------------------------	-------------------

평균 mean	합을 개수로 나눈 값. (2장)
-------------------	-------------------

표준편차 standard deviation	분산의 제곱근. (2장)
-----------------------------------	---------------

회귀 직선 regression line	잔차 제곱합이 최소인 직선. (3장)
---------------------------------	----------------------

히스토그램

도수분포를 틈 없는 막대로 그린 그림. (2장)

histogram

참고 문헌

아래 문헌은 서지 형식을 보여 주기 위한 **가상의 예시**다. 실제 원고에서는 실제 문헌으로 바꾼다.

국내 문헌

김예시. (2024). 『처음 배우는 통계 (예시)』. 예시출판.

이건본·박자리. (2025). 관측 자료의 결측 처리 방법 비교 (예시). 『예시 학회지』, 12(3), 45–67.

국외 문헌

Sample, A., & Placeholder, B. (2023). Introductory data science (example). Example Press.

Author, C. (2022). Regression for beginners (example). Journal of Examples, 8(2), 101–120.

찾아보기

ㄱ

결정계수 20
결측값 5
관측 단위 2

ㄴ

단위 변환 5
데이터 2
도면
 배치도 3
도수분포 10

ㄷ

변수 2
분산 12
비정형 자료 3

ㄹ

사진
 관측 현장 2
산점도 16
상관계수 17

ㅇ

외삽 20
이상값 11

ㅈ

자유도 13
정형 자료 2
중앙값 11

ㅊ

척도 4
최소제곱법 18
측정 오차 6

ㅍ

평균 11
표준편차 12

ㅎ

회귀 직선 18
히스토그램 10

콜로폰

[예시] 기초 데이터 과학 — 교재 템플릿 견본. 판형 46배판 188 × 257mm, 판면 146 × 209mm. 본문 Pretendard 9.5/16pt, 제목 Pretendard Bold, 코드 JetBrains Mono 8/12.5pt (두 서체 모두 SIL OFL 1.1).

HTML 원고를 WeasyPrint로 조판했다. 번호, 차례, 표·그림·도면 차례, 찾아보기, 문제와 정답의 상호 링크는 빌드 도구(tools/build.py)가 만들었다. 사진과 도면은 tools/make_assets.py로 만든 합성 자료다. 빌드 v1.0.0 · 2026년 10월 3일.