

9장. 유의성 검정2 - 이표본 검정

9.2. 이표본 Paired T-test (종속표본)

: 짝을 이룬 자료(Dependent data) - 대응비교, 짝비교

- 치료 전후의 혈압변화, 교육 전후의 점수변화, 다이어트 전후의 체중변화 등 같은 사람에게 반복하여 측정하는 경우, 처치전의 측정치가 처치후의 측정치와 차이가 있는지를 검정.
- 대표적인 통계기법
 - 모수적 기법 ; Paired T-test
 - 비모수적 기법 ; Sign test, Wilcoxon signed rank test

자료형태

내 용 \ 집 단	I	II	D(I-II)
자 료	X_{11}	X_{21}	$d_1 = X_{11} - X_{21}$
	X_{12}	X_{22}	$d_2 = X_{12} - X_{22}$
	\vdots	\vdots	\vdots
	X_{1n}	X_{2n}	$d_n = X_{1n} - X_{2n}$
평 균	\bar{X}_1	\bar{X}_2	\bar{d}
표준편차	s_1	s_2	s_d

	G	H
	mid	final
9	86	94
0	75	71
5	80	90
3	80	85
0	90	94
0	98	95
9	99	92
5	94	90
0	60	66
2	78	86
5	86	85
3	82	80

• 가설검정 절차(T-test)

- ① 가설 $H_0 : \mu_d = 0$ v.s. $H_1 : \mu_d \neq 0$
- ② 유의수준 α
- ③ 검정통계량 $T = \frac{\bar{d} - \mu_d}{s_d / \sqrt{n}} \sim t(n-1)$
- ④ H_0 를 기각 if $p\text{-value} \leq \alpha$

(1) 예제자료 1

```
pre = c ( 77, 56, 64, 60, 58, 72, 67, 78, 67, 79 )
post = c ( 99, 80, 78, 65, 59, 67, 65, 85, 74, 80 )
t.test( post, pre, paired = T)
```

```
# 수강전 점수
# 수강후 점수
#  $H_1 : \mu_d \neq 0$ 
```

```

Paired t-test

data: post and pre
t = 2.3906, df = 9, p-value = 0.04052
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.3974552 14.4025448
sample estimates:
mean of the differences
      7.4

```

해석 :

• 가설검정

① 가설 H_0 : 수강 전후 점수는 같다.

H_1 : 수강 전후 점수는 다르다.

② 유의수준 $\alpha = 0.05$

③ 검정통계량 $T_{값} = 2.39$

④ $P_{값} = 0.04052 < \alpha \Rightarrow H_0$ 를 기각

$T > 0 \Rightarrow$ 앞변수가 뒷변수보다 크다.

⑤ 결론 : 유의수준 5%에서 수강 전후 점수는 다르다고 할 수 있다.

수강 후의 평균점수가 수강전의 평균점수보다 높다고 할 수 있다.

[NOTE] `t.test(post, pre, paired = T)`

$H_1 : \mu_d \neq 0$

• 프로그램 작성

```

PairedT_test_2 = function(x , y) {
  n = length(x) ; d = x - y
  dbar = mean(d) ; se = sd(d) / sqrt( n )
  cat( " ===== 종속표본 평균차 검정 =====", "\n", "\n")
  T = ( dbar - 0 ) / se
  pvalue = 2 * ( 1 - pt( abs(T), n-1) ) ; pvalue
  cat( " 평균차 = ", dbar, " T = " , T, " , P - value = " , pvalue , "\n")
}

```

```

PairedT_test_2 (post, pre)

```

```

===== 종속표본 평균차 검정 =====

```

```

평균차 = 7.4 T = 2.390554 , P - value = 0.04052056

```

(2) 우리자료

```

t.test( final, mid, paired = T)

```

$H_1 : \mu_d \neq 0$

```

PairedT_test_2 (final, mid)

```

[과제25] (여러분은 한번 따라서 해보시고, 아래 실습문제를 과제로 제출하시길)

• 과제방법 :

- ① R에서 제공 결과 => 결과분석
- ② R 프로그래밍 결과 => ①의 결과와 같음을 확인

첨부파일 : 학번이름25.hwp (예 : 20192260홍길동25.hwp)

[실습1]

10마리의 젖소에 기존 사료를 먹일 때의 우유생산량을 측정하였고,
같은 젖소에 새 사료를 먹여서 우유생산량을 측정하였다.
새사료의 효과가 있는지 분석하시오.

젖소 번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
기존 사료일때의 우유생산량	8.6	7.5	7.8	10.6	10.1	10.7	11.3	9.9	10.1	9.4
새 사료일때의 우유생산량	8.5	8.6	9.2	11.9	10.5	9.6	11.2	10.1	11.8	9.7

[실습2]

어느 기업에서 직업훈련이 노동자의 능률향상에 효과가 있는지 검정하기 위하여
10명의 노동자를 랜덤으로 추출하여 직업훈련을 실시하기 전과 실시한 후의 각
작업능률을 점수로 측정하였다.
직업훈련이 능률향상에 효과가 있는지 분석하시오.

번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
실시전 작업능률	76	60	85	58	91	75	82	64	79	88
실시후 작업능률	89	72	87	70	96	73	90	65	85	98