

Ανάλυση δεδομένων στο περιβάλλον του SPSS

Λαβίδας Κωνσταντίνος
Μαθηματικός

lavidas@upatras.gr

t-test για δύο εξαρτημένα δείγματα

Επαγωγικός έλεγχος της σχέσης «δύο μεταβλητών: ποιοτικής (με δύο τιμές) με μια ποσοτική»

	Μεταβλητή 1 (Μετρήσεις)	Μεταβλητή 2 (Μετρήσεις)
1ο υποκείμενο	12	12
2ο υποκείμενο	18	9
3ο υποκείμενο	12	12
4ο υποκείμενο	10	8
5ο υποκείμενο	10	10
6ο υποκείμενο	14	8
7ο υποκείμενο	14	7
8ο υποκείμενο	18	13
9ο υποκείμενο	12	16
10ο υποκείμενο	8	11
11ο υποκείμενο	14	15
12ο υποκείμενο	14	13

1η ομάδα	12
1η ομάδα	18
1η ομάδα	12
1η ομάδα	10
1η ομάδα	10
1η ομάδα	14
1η ομάδα	14
1η ομάδα	18
1η ομάδα	12
1η ομάδα	8
1η ομάδα	14
2η ομάδα	14
2η ομάδα	12
2η ομάδα	9
2η ομάδα	12
2η ομάδα	8
2η ομάδα	10
2η ομάδα	8
2η ομάδα	7
2η ομάδα	13
2η ομάδα	16
2η ομάδα	11
2η ομάδα	15
2η ομάδα	13

Σκεφτείτε το **σαν** να έχετε δύο μεταβλητές: Μια ποιοτική (ομάδα μέτρησης πριν και ομάδα μέτρησης μετά) και μια ποσοτική (μέτρηση της πρώτης ομάδας και μέτρηση της δεύτερης ομάδας)

Εκδοχή t-test για εξαρτημένα δείγματα

- Δύο εξαρτημένα δείγματα
- Προϋποθέσεις για τη χρήση του τεστ:
 - Η κλίμακα των μεταβλητών να είναι τουλάχιστον ίσων διαστημάτων (interval)
 - Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε μεταβλητές διάταξης, τουλάχιστον 7 σημείων.
 - Οι διαφορές των τιμών πρέπει να προέρχονται από πληθυσμό που κατανέμεται κανονικά.
 - Κυρίως μας ενδιαφέρει η δειγματοληπτική κατανομή της μέσης τιμής της διαφοράς των τιμών να κατανέμεται κανονικά.

Παράδειγμα

Αρχείο «paradeigma 2D recognition (pre-post).sav»

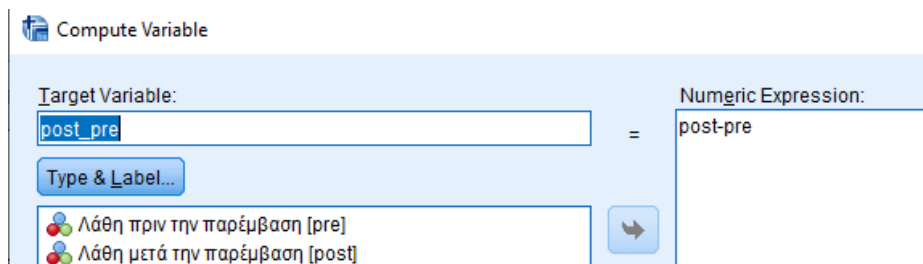
- Η επίδραση της διδακτικής παρέμβασης στην αναγνώριση γεωμετρικών σχημάτων
 - Τα ίδια νήπια πριν και μετά (από μια εβδομάδα) την παρέμβαση. Μετρούμε τα λάθη πριν (pre-test) και μετά (pos-test) των νηπίων στην αναγνώριση γεωμετρικών σχημάτων δύο διαστάσεων.

pre	post
4	2
5	3
4	2
4	3
5	4
4	3
5	4
3	3
4	4

	Count	Mean	Standard Deviation
post Λάθη μετά την παρέμβαση	9	3,1	,8
pre Λάθη πριν την παρέμβαση	9	4,2	,7

Έλεγχος κανονικότητας της διαφοράς των μετρήσεων

- Φτιάχνουμε την καινούργια μεταβλητή



- Για τη μεταβλητή “post_pre” δίνουμε τις εντολές: **Analyze – descriptive statistics- explore, τοποθετούμε την μεταβλητή και δίνουμε plots- normality plots with test**

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
post_pre	,223	9	,200*	,838	9	,055

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Αφού $sign > 0,05$, δεν διαφέρει η κατανομή της μεταβλητής “post_pre” από την κανονική. Οπότε και η δειγματοληπτική κατανομή της μέσης τιμής της διαφοράς των τιμών είναι κανονική.

Διατύπωση υποθέσεων

- Υποθέσεις αμφίπλευρου ελέγχου:
 - Μηδενική Υπόθεση (H_0): Δεν υπάρχει διαφορά στη μέση τιμή των λαθών που υποπίπτουν τα νήπια στην αναγνώριση 2D γεωμετρικών σχημάτων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\mu_1 = \mu_2$).
 - Εναλλακτική Υπόθεση (H_1): Υπάρχει διαφορά στη μέση τιμή των λαθών που υποπίπτουν τα νήπια στην αναγνώριση 2D γεωμετρικών σχημάτων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\mu_1 \neq \mu_2$).

Προσοχή στις πειραματικές μελέτες (μετρήσεις πριν και μετά) συνήθως μας ενδιαφέρει η βελτίωση, άρα διατυπώνουμε υποθέσεις μονόπλευρου ελέγχου.

Διαδικασία ελέγχου (υπολογισμοί με το χέρι)

- Βρίσκουμε τη στατιστική τιμή

- $$t = \frac{\text{Διαφορά των Μέσων τιμών}}{\text{Εκτίμηση του Standard error (SE)}} = \frac{\bar{D}}{\sqrt{\frac{s_D^2}{n}}} = \frac{\bar{D}}{\frac{s_D}{\sqrt{n}}}$$
 - D= η διαφορά ανάμεσα στις τιμές των δύο συνθηκών για κάθε υποκείμενο (καινούργια μεταβλητή)

- $t=4,264$

- Υπολογίζουμε τους βαθμούς ελευθερίας (df):

- $N-1 = 9-1 = 8$

- Η κρίσιμη τιμή για $df=8$ και για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ (**αμφίπλευρος έλεγχος**) από τον πίνακα κρίσιμων τιμών ($t=2,306$)

Student's Distribution

t Table

cum. prob	$t_{.50}$	$t_{.75}$	$t_{.80}$	$t_{.85}$	$t_{.90}$	$t_{.95}$	$t_{.975}$	$t_{.99}$	$t_{.995}$	$t_{.999}$	$t_{.9995}$
one-tail	0.50	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
two-tails	1.00	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
df											
1	0.000	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	318.31	636.62
2	0.000	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.000	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.000	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.000	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.000	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.000	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.000	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.000	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.000	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.000	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.000	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.000	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.000	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.000	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.000	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.000	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.000	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.000	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.000	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.000	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.000	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.000	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.000	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.000	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.000	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.000	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.000	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.000	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.000	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646

16/4/2024

Συμπεράσματα...

- Αφού η στατιστική τιμή που βρήκαμε είναι μεγαλύτερη από την κρίσιμη τιμή ($4,264 > 2,306$), τότε μπορούμε να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση αμφίπλευρου ελέγχου.
- Επομένως, η διαφορά που παρατηρήθηκε στους μέσους όρους των λαθών φαίνεται να μην είναι τυχαία.
- Για την υπόθεση μονόπλευρου ελέγχου τι έχετε να πείτε;;;;;

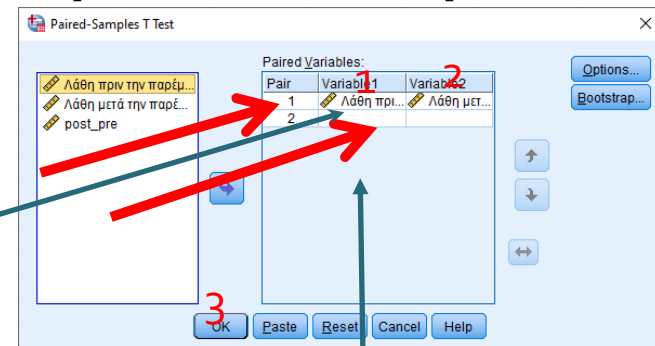
Υποθέσεις μονόπλευρου ελέγχου:

- H_0 : Μηδενική Υπόθεση (H_0): Δεν υπάρχει διαφορά στη μέση τιμή των λαθών που υποπίπτουν τα νήπια στην αναγνώριση 2D γεωμετρικών σχημάτων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\mu_1 = \mu_2$).
- H_1 : Η μέση τιμή των λαθών που υποπίπτουν τα νήπια στην αναγνώριση 2D γεωμετρικών σχημάτων πριν τη διδακτική παρέμβαση είναι υψηλότερη της μέσης τιμής των λαθών μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\mu_1 > \mu_2$).

Διαδικασία ελέγχου με το SPSS

- Ανοίγουμε (φορτώνουμε) το αρχείο των δεδομένων (paradeigma 2D recognition (pre-post).sav)
- Analyze – compare means paired samples t test

- Στο Paired variable τοποθετούμε με όποια σειρά θέλουμε στις θέσεις (variable 1) και (variable 2) τις ποσοτικές μεταβλητές



Τοποθετούμε τις δύο μεταβλητές που αντιστοιχούν στις δύο επαναλαμβανόμενες μετρήσεις

Η σειρά τοποθέτησης των ομάδων καθορίζει το πρόσημο στην τιμή του t

Στο αρχείο των αποτελεσμάτων του SPSS θα εμφανιστούν δύο πίνακες

- Πίνακας – Paired Samples Statistics: περιγραφικά στατιστικά (μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις) για κάθε συνθήκη.

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pre Λάθη πριν την παρέμβαση	4,22	9	,667	,222
	post Λάθη μετά την παρέμβαση	3,11	9	,782	,261

- Πίνακας – Paired Samples Test: στατιστικά στοιχεία σχετικά με τον έλεγχο

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	pre Λάθη πριν την παρέμβαση - post Λάθη μετά την παρέμβαση	1,111	,782	,261	,510	1,712	4,264	8	,003

Τρόπος ανάγνωσης του βασικού πίνακα: Paired Samples Test

- Μόνο τη σκιασμένη περιοχή

		Paired Samples Test							
		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	pre Λάθη πριν την παρέμβαση - post Λάθη μετά την παρέμβαση	1,111	,782	,261	,510	1,712	4,264	8	,003

- Για στατιστικά σημαντικές διαφορές πρέπει το “sig. (2-tailed)” να είναι μικρότερο ή ίσο του 0,05.

Έλεγχος της μονόπλευρης υπόθεσης:

- H₁: Η μέση τιμή των λαθών που υποπίπτουν τα νήπια στην αναγνώριση 2D γεωμετρικών σχημάτων πριν τη διδακτική παρέμβαση είναι υψηλότερη της μέσης τιμής των λαθών μετά τη διδακτική παρέμβαση ($\mu_1 > \mu_2$).
 - Βρίσκουμε την τιμή p του αμφίπλευρου ελέγχου. $p = 0,003$
 - Ελέγχουμε το πρόσημο της τιμής του κριτηρίου. $t = 4,264$
 - Η τιμή του κριτηρίου είναι **θετική** και μας ενδιαφέρει, ο πρώτη μέτρηση να έχει μέση τιμή **μεγαλύτερη** από το δεύτερη μέτρηση, τότε η τιμή του p του ελέγχου είναι το μισό της τιμής p του αμφίπλευρου ελέγχου (sig): $p = 0,003/2 = 0,0015 < 0,05$

Η σειρά τοποθέτησης των ομάδων καθορίζει το πρόσημο

Διατύπωση αποτελεσμάτων (σύστημα APA)

- Όπως αποκάλυψε ο μονόπλευρος έλεγχος εξαρτημένων δειγμάτων t-test, η μέση τιμή των λαθών που υποπίπτουν τα νήπια στην αναγνώριση 2D γεωμετρικών σχημάτων πριν (M.T.=4,22, T.A.=0,667) τη διδακτική παρέμβαση είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη της μέσης τιμής των λαθών μετά (M.T.=3,11, T.A.=0,782) τη διδακτική παρέμβαση, $t(8)=4,264$, $p=0,00015$, $r=0,83$.

Effect size

- Για t test εξαρτημένων δειγμάτων

$$Cohen's d = \frac{\bar{X}_D}{S_D}$$

- Σύμφωνα με τον Cohen για την ερμηνεία του μεγέθους της επίδρασης μπορούμε να λάβουμε υπόψη:
 - d: κοντά στο 0.2 μικρό effect size
 - d: κοντά στο 0.5 μεσαίο effect size
 - d: κοντά στο 0.8 μεγάλο effect size
- ή (δες Andy Field) $r = \sqrt{\frac{t^2}{t^2 + df}}$ όπου
 - $r = .10$ (μικρή επίδραση): Η επίδραση εξηγεί το 1% της συνολικής διακύμανσης.
 - $r = .30$ (μεσαία): Η επίδραση εξηγεί το 9% της συνολικής διακύμανσης.
 - $r = .50$ (μεγάλη): Η επίδραση εξηγεί το 25% της συνολικής διακύμανσης.