

Розділ 9

СУДОВА ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА ТА ВЕТЕРИНАРНЕ ПРАВО

УДК 619:340.6:636.22/28:611.715

ЗАСТОСУВАННЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ДО ЗАВДАНЬ СУДОВО- ВЕТЕРИНАРНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ

Гетманець О.М., к. фіз.-мат. н., доцент, getmanets_oleg@ukr.net
Харківська державна зооветеринарна академія, м. Харків

Анотація. В роботі розглянута і обґрунтована можливість ефективного застосування методів кластерного аналізу до типових завдань судово-ветеринарної експертизи. На прикладі визначення віку та статі ВРХ за комп'ютерно-томографічними денситометричними показниками (КТДП) окремих ділянок носо-мозкового відділу черепа доведено, що кластерний аналіз дозволяє виділяти і об'єктивно відносити до певних статевікових груп (кластерів) об'єкти експертизи за декількома характерними КТДП.

Ключові слова: кластерний аналіз, судово-ветеринарна експертиза, комп'ютерна томографія, денситометричні показники.

Актуальність проблеми. Кластерний аналіз – це сучасний метод класифікаційного багатофакторного аналізу [1, 2]. Його основне призначення – розбиття за певними ознаками множини об'єктів, що досліджуються, на однорідні групи, або кластери. Вхідні дані можуть бути значного обсягу, при цьому істотно великим може бути як кількість об'єктів, так і кількість ознак, за якими характеризують ці об'єкти. Техніка кластеризації може бути застосована в самих різних галузях, в тому числі і в судово-ветеринарній експертизі. Вже існує певна кількість робіт, які присвячені застосуванню методів кластерного аналізу в криміналістичній експертизі (наприклад, роботи [3, 4]).

Ціллю даної роботи є розгляд можливості застосування методів кластерного аналізу для вирішення завдань судово-ветеринарної експертизи.

Матеріал і методи дослідження. В якості матеріалу дослідження будемо розглядати комп'ютерно-томографічні денситометричні показники (КТДП) окремих ділянок носо-мозкового відділу черепа ВРХ з метою визначення віку та статі тварини за даними роботи [5]. В цій роботі досліджувалися 66 черепів самців та самок ВРХ одинадцяти вікових груп (по 3 черепа кожної статі у групі), а саме: 0-2 міс. – група № 1; 2-4 міс. – група № 2; 4-6 міс. – група № 3; 6-9 міс. – група № 4; 9-12 міс. – група № 5; 12-18 міс. – група № 6; 18-24 міс. – група № 7; 24-30 міс. – група № 8; 30-36 міс. – група № 9; 36-60 міс. – група № 10; 60-120 міс. – група № 11. Були виміряні КТДП (ознаки) наступних ділянок черепа: D1 – потиличного виростка; D2 – яремного відростка; D3 – клиноподібної кістки; D4 – тіла потиличної кістки; D5 – луски потиличної кістки; D6 – верхньощелепної кістки.

В роботі [5] для обробки одержаних даних було застосовано дискримінантний аналіз. З метою визначення вікової та статевої приналежності черепа усі статевікові групи порівнювалися за КТДП з 1-ю групою самців. Для порівняння було одержано 21 дискримінантне рівняння. Взагалі кажучи, для проведення більш надійної експертизи треба порівнювати кожну статевікову групу з кожною, для цього необхідно аналізувати 55 дискримінантних рівнянь. Тобто дискримінантний аналіз виявляється досить громіздким і складним навіть при застосуванні сучасних комп'ютерних засобів.

Саме тому для спрощення визначення віку та статі ВРХ надалі будемо розглядати методи кластерного аналізу в межах програми «Statistica-7». Слід зазначити, що існує декілька способів кластеризації об'єктів. Ми оберемо метод повного зв'язку, за яким відстань між кластерами

визначається як найбільша відстань між двома довільними об'єктами з різних кластерів. В якості відстані між об'єктами будемо застосовувати евклідову відстань за координатами D1 – D6. Результати вимірювань КТДП наведено в таблиці 1 (індекс В позначає самців, а індекс С – самок). Після введення даних з цієї таблиці до програми «Statistica-7» і застосування інструменту «Кластерний аналіз» швидко одержимо дендрограму кластерного аналізу, яка представлена на рисунку 1.

Таблиця 1

Результати вимірювань КТДП

Самці								Самки							
№ черепа	Показники						Вікова група	№ черепа	Показники						Вікова група
	D1	D2	D3	D4	D5	D6			D1	D2	D3	D4	D5	D6	
B1	16	15	37	53	281	104	1	C1	58	30	37	51	214	62	1
B2	42	12	32	40	202	74	2	C2	35	21	29	37	187	78	2
B3	47	15	46	50	250	86	3	C3	37	17	41	48	264	42	3
B4	49	20	36	58	249	31	4	C4	43	19	35	53	312	42	4
B5	59	20	31	50	215	49	5	C5	49	20	37	46	261	53	5
B6	42	21	32	52	211	34	6	C6	35	21	38	50	206	38	6
B7	28	14	43	57	200	38	7	C7	30	11	36	54	197	45	7
B8	30	13	40	54	210	41	8	C8	48	21	41	59	203	69	8
B9	36	14	46	64	208	49	9	C9	47	12	40	47	207	46	9
B10	19	14	43	59	208	30	10	C10	38	18	42	60	208	47	10
B11	29	15	53	72	220	43	11	C11	37	20	45	63	212	52	11
B12	18	14	39	50	279	106	1	C12	55	29	41	49	212	60	1
B13	40	14	35	38	208	76	2	C13	37	20	27	36	185	80	2
B14	50	14	48	47	253	84	3	C14	36	17	43	50	263	40	3
B15	48	19	38	62	251	29	4	C15	45	21	38	50	315	40	4
B16	57	19	29	47	213	51	5	C16	48	19	39	44	263	50	5
B17	44	23	35	55	214	32	6	C17	33	23	36	53	204	36	6
B18	31	15	40	58	207	32	7	C18	32	10	41	52	195	43	7
B19	26	12	36	53	200	39	8	C19	50	23	36	61	206	67	8
B20	34	16	49	66	206	51	9	C20	46	13	43	50	205	44	9
B21	22	14	45	61	211	33	10	C21	40	17	44	61	206	50	10
B22	27	14	55	70	218	45	11	C22	36	19	47	61	214	51	11
B23	15	17	35	56	283	102	1	C23	56	33	39	54	216	64	1
B24	44	14	30	43	205	72	2	C24	35	24	32	40	189	77	2
B25	45	17	45	54	255	89	3	C25	36	19	40	46	266	44	3
B26	50	22	35	57	253	33	4	C26	41	17	34	56	310	44	4
B27	61	22	33	54	217	48	5	C27	50	22	36	49	260	57	5
B28	41	19	30	50	209	37	6	C28	34	22	37	52	205	37	6
B29	30	15	40	56	223	43	7	C29	29	14	38	57	199	47	7
B30	27	12	46	53	214	37	8	C30	47	19	38	58	201	71	8
B31	38	14	45	62	211	48	9	C31	50	14	38	46	209	49	9
B32	18	16	41	58	206	29	10	C32	38	20	40	59	210	46	10
B33	31	16	52	74	221	41	11	C33	38	21	44	65	211	54	11

Рисунок 1 свідчить про те, що в кластери об'єдналися саме ті черепи, що належать до однакових статевовікових груп. Усі об'єднання відбулися на характерних відстанях зв'язку близько одиниці. Відстань зв'язку об'єктів або кластерів можна трактувати наступним чином. Перед проведенням кластеризації програма «Statistica-7» виконує нормалізацію (стандартизацію) даних за стовпчиками таблиці 1, тобто перетворює їх до однакового масштабу. При цьому від кожного значення віднімається середнє за стовпчиком (M) і різниця ділиться на відповідне стандартне відхилення σ для стовпчика. Отриманий масив з 66-ти нормалізованих даних можна розглядати, як

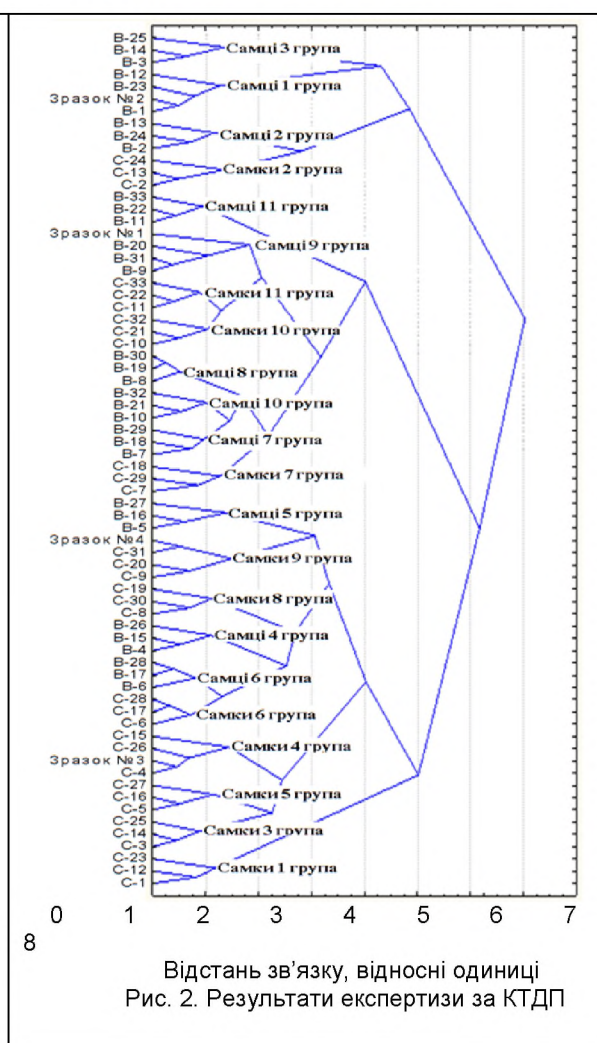
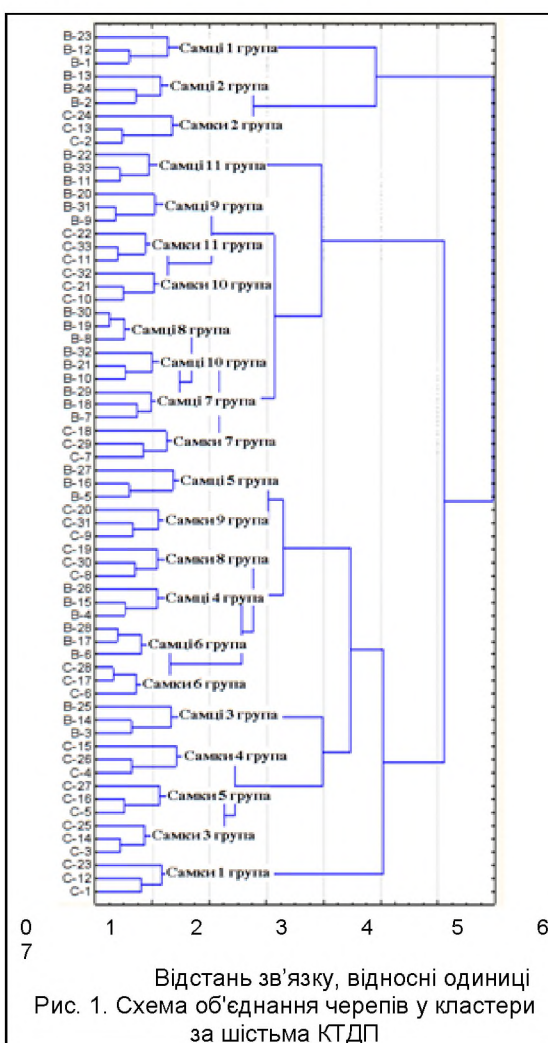
одну велику вибірку, для якої середнє вибіркоче дорівнює нулю, а стандартне відхилення наближено до одиниці. Таким чином, відстань зв'язку об'єктів у кластері можна інтерпретувати, як кількість одиниць стандартного відхилення, яке є нормалізованим за усіма даними. Тобто поріг об'єднання об'єктів у статевовікові кластери є наближеним до одного стандартного відхилення. Подальше об'єднання кластерів відбувається на відстанях зв'язку в 2–3 і більше одиниць, це вказує на те, що новостворені кластери є менш спорідненими.

Одержані результати свідчать про можливість застосування методів кластерного аналізу для цілей судово-ветеринарної експертизи. Для підтвердження цього висновку було надано на експертизу чотири черепа ВРХ, які не входили до колекції черепів таблиці 1. Для кожного з них були проведені вимірювання КТДП, результати яких наведено в таблиці 2. Ці дані були додані до 66 рядків таблиці 1, а потім кластерний аналіз проводився за стандартною процедурою в межах програми «Statistica-7». Результати аналізу представлені на рисунку 2.

Таблиця 2

Результати вимірювань КТДП для черепів, що були надані на експертизу та відповідні експертні висновки

Надані зразки	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Експертний висновок
Зразок № 1	45	15	44	60	210	32	Самець 9-ї вікової групи
Зразок № 2	17	14	35	54	275	102	Самець 1-ї вікової групи
Зразок № 3	41	20	34	55	307	43	Самка 4-ї вікової групи
Зразок № 4	51	16	37	45	207	50	Самка 9-ї вікової групи



На цьому рисунку дендрограма для зручності експертизи зображена в гострокутному вигляді. З рисунка можна бачити, що зразки черепів, які досліджувалися, впевнено приєдналися до відповідних статевовікових кластерів. Остаточні експертні висновки наведено в таблиці 2.

Висновки

Застосування методів кластерного аналізу до завдань остеологічної судово-ветеринарної експертизи дозволяє:

1. Проводити експертизу швидко і надійно повністю в автоматичному режимі.
2. Спростити оформлення експертної документації, зробивши її більш наглядною та переконливою.

Література

1. Дюран Б. Кластерный анализ / Б. Дюран, П. Оделл. – М. : Статистика, 1977. – 128 с.
2. Мандель И. Д. Кластерный анализ / И. Д. Мандель. – М. : Финансы и статистика, 1988. – 176 с.
3. Корнилов М. В. Применение кластерного анализа для оценки схожести следов бойков / М. В. Корнилов // Изв. Саратовского ун-та. Сер. Экономика, Управление, Право. – Саратов, 2014. – Т. 14, Вып. 1, ч. 2. – С. 187 – 190.
4. Роль хемометрических методов в криминалистической экспертизе нефтепродуктов и горюче-смазочных материалов / В. А. Руднев, А. Ф. Климчук, Л. В. Нардид [и др.] // Теорія та практика судової експертизи і криміналістики : зб. наук. пр. – Харків : Право, 2016. – Вип. 16. – С. 249 – 258.
5. Судово-ветеринарні критерії визначення віку і статі великої рогатої худоби молочного напряму продуктивності за морфологічними особливостями носомозкового відділу черепа: Монографія / І. В. Яценко, Карем Р. С. Абузнайд, Л. О. Авер'янова, О. М. Гетманець. – Харків : ФОП Бровін, 2017. – С. 70 – 83.

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА К ЗАДАЧАМ СУДЕБНО-ВЕТЕРИНАРНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Гетманец О.М., к. физ.-мат. н., доцент, getmanets_oleg@ukr.net

Харьковская государственная зооветеринарная академия, Харьков

Аннотация. В работе рассмотрена и обоснована возможность эффективного применения методов кластерного анализа к задачам судебно-ветеринарной экспертизы. На примере установления возраста и пола КРС по компьютерно-томографическим денситометрическим показателям (КТДП) отдельных участков носо-мозгового отдела черепа показано, что кластерный анализ позволяет выделять и объективно относить к определенным половозрастным группам (кластерам) объекты экспертизы по КТДП.

Ключевые слова: кластерный анализ, судебно-ветеринарная экспертиза, компьютерная томография, денситометрические показатели.

APPLICATION OF CLUSTER ANALYSIS FOR THE PURPOSES OF FORENSIC VETERINARY EXAMINATION

Getmanets O.M., cand. of phys.&math., docent, getmanets_oleg@ukr.net

Kharkov State Zooveterinary Academy, Kharkov

Summary. Cluster analysis is the modern method of multifactor analysis. Its main purpose – to break the set of examines objects by certain features into homogeneous groups or clusters. Output data can have a large array, significantly large can be as a number of objects and as the number of features that characterize these objects. The possibility of effective application the cluster analysis methods to the problems of forensic veterinary examination has been considered and justified in the paper. On an example of establishing the age and sex of cattle according to computer tomography densitometrical parameters of separate regions of the nose-cerebral part of skull, it has been shown that cluster analysis allows to identify and objectively assess the sex and age groups (clusters) by computer tomography densitometrical parameters examination. Application of cluster analysis to osteological forensic veterinary examination problems allows: to conduct examination quickly and reliably fully automatic mode; to simplify the execution of expert documentation, making it more visual and convincing one.

Key words: cluster analysis, forensic veterinary examination, computer tomography, densitometrical parameters.