

А. В. Заварзин, к. т. н.

АНАЛИЗ КАТА ШОТОКАН КАРАТЭ-ДО МЕТОДАМИ ПРИКЛАДНОЙ СТАТИСТИКИ

Осуществлен анализ ката шотокан каратэ-до методами прикладной статистики. Предложена схема оцифровки ката. С использованием матрицы объект-признак выполнен анализ главных компонент, выявлены зависимости между признаками. В пространстве шести главных компонент осуществлен кластерный анализ ката.

Ключевые слова: ката шотокан, каратэ-до, прикладная статистика, кластерный анализ

«Оцифровка» ката

Каратэ-до – боевое искусство, в рамках которого существуют различные стили и направления. Например, шотокан, кёкушин, шито-рю и др. Эти стили иногда имеют существенные отличия в правилах проведения соревнований и методиках тренировки. Однако почти все из них практикуют в качестве одного из разделов обучения ката – формальные комплексы защитно-атакующих движений. Эти комплексы (ката) позволяют нарабатывать технику каратэ, даже занимаясь в одиночку. Со стороны выполнение ката похоже на «бой с невидимкой».

Всего в шотокан существуют более двух десятков ката. В каратэ все названия ката, форм и стоек не переводятся, используются японские слова. Ознакомиться с терминологией можно в работе [3]. Объектом исследования выступают восемь ката шотокан каратэ-до: Тайкёоку Шодан (Ta1), Хэйан Шодан (X1), Хэйан Нидан (X2), Хэйан Сандан (X3), Хэйан Йондан (X4), Хэйан Годан (X5), Тэки Шодан (Te1), Бассай Дай (B1). Обычно данные ката изучаются в школах шотокан каратэ-до в приведенной выше последовательности. Поскольку ката Тайкёоку Шодан и Тайкёоку Нидан практически идентичны, последнее не участвует в анализе. Высшие ката, такие как: Дзиин, Дзион, Дзитэ и др. – не рассматриваются. Ограничение на количество анализируемых ката (восемь) объясняется высокой трудоемкостью проведения анализа.

Предмет исследования – качественная и количественная структура восьми ката. В ходе исследования удалось получить ответы на следующие вопросы:

1. На какие техники (блоки, удары, стойки, повороты) делается акцент в ката?
2. Существуют ли взаимосвязи между техниками?
3. Какие ката максимально «похожи» между собой, а какие максимально «различаются»?

Первым шагом к формальному анализу стала «оцифровка» ката, при которой каждое движение рассматривалось в разрезе форм, поворотов и стоек. В результате для каждого из восьми ката была построена таблица следующего вида.

Все основные формы выделены в полном соответствии с классическим исполнением ката шотокан. Однако в ходе «оцифровки» ката стало ясно, что разрабатываемая математическая модель не позволяет учесть ряд важных факторов:

Таблица 1

Фрагмент структуры ката Хэйан Шодан

№	Форма		Поворот,	Стойка
1	Блок	гэдан-барай	90	зэнкуцу
2	удар рукой	ой-цуки	0	зэнкуцу
...
2 1	Блок	шуго-укэ	45	кокуцу

применение так называемых «скрытых техник», т. е. возможность различных интерпретаций форм;

- динамику выполнения;
- рассмотрение блоков в качестве ударов;
- разбивку отдельных элементов ката на дополнительные компоненты и т. д.

Поскольку обучение каратэ основывается преимущественно на многочисленных повторениях ката, интересно проследить весь объем движений и техник, которые приходится обрабатывать на тренировках.

Таблица 2

Суммарная статистика по восьми ката

№	Показатель	Всего	Различных
	Движений	197	55
	Блоков	117	33
	Ударов всего	80	22
	Ударов руками	63	15
	Ударов ногами	17	7
	Поворотов	11250	6
	Повторяемость	66%	
	Стоек		9

Признак «повторяемость» рассчитывался отдельно для каждого ката и суммарно по следующей формуле:

$$100\% - (\text{число различных движений}) / (\text{общее число движений}) * 100.$$

Признак «повторяемость» указывает на относительную сложность ката, поэтому проведем соответствующий сравнительный анализ ката.

Как и следует из порядка обучения, сложность возрастает (повторяемость убывает) от Хэйан Шодан до Хэйан Годан. Первые ката основаны на повторении меньшего количества форм, последние ката более разнообразны. При этом ката, изучаемое восьмым, Бассай Дай оказалось по признаку повторяемости средним.

В восьми ката выделено 55 уникальных форм, которые исполняются в общей сложности 197 раз. Т. е. в среднем повторяемость формы составляет -3,5 раза. На блоки в ката сделан больший акцент, чем на удары (60% против 40%). Треть движений составляют удары руками. И только десятую часть – удары ногами.

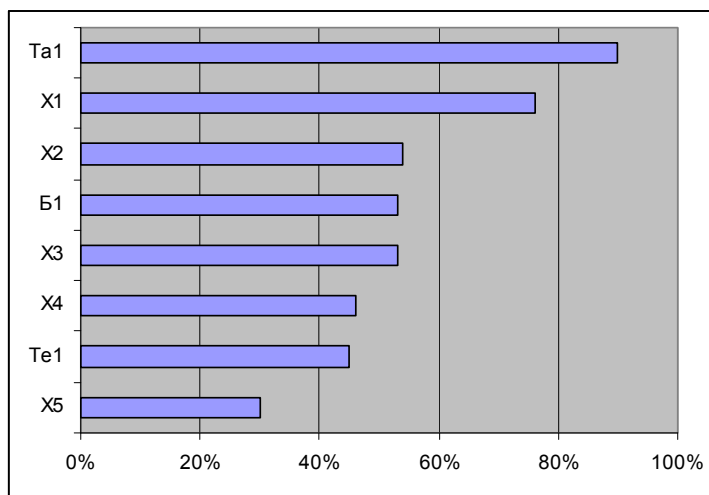


Рис. 1. Сравнительный анализ повторяемости движений ката

Фрагмент детального анализа использования форм представлен ниже.

Таблица 3

Использование форм в восьми ката

№	Форма		Всего	%	Всего, %	Повторяемость в ката
1	удар рукой	ой-цуки	23	11,7	11,7	5
2	блок	шудо-укэ	21	10,7	22,4	4
3	блок	гэдан-барай	18	9,1	31,5	4
4	блок	учи-удэ укэ	12	6,1	37,6	4
5	блок	моротэ учи-удэ укэ	10	5,1	42,7	5
6	удар рукой	гьяку-цуки	8	4,1	46,8	4
7	удар рукой	эмпи	6	3	49,8	4
...
5	удар ногой	хиза-гэри	1	0,5	100	1

Половину всех движений ката составляют выполнение 7 форм, которые одновременно встречаются в 4-х или 5-ти ката. Это три удара руками (ой-цуки, гьяку-цуки, эмпи) и четыре блока (моротэ учи-удэ укэ, шудо-укэ, гэдан-барай, учи-удэ укэ). Более того, треть всех движений приходится всего на три формы (ой-цуки, шудо-укэ и гэдан-барай): каждая из этих форм исполняется около 20 раз.

90% движений в ката приходится на три основных стойки. Наиболее часто в ката отрабатывается стойка зэнкуцу-дачи (45%). Киба-дачи и кокуцу-дачи встречаются примерно одинаковое количество раз.

Чаще всего при передвижениях встречаются повороты на 90° и 180° . Вероятно, остальные типы поворотов (45° , 135° , 270° , 360°) включены для того, чтобы разбавить базовые и отработать любые произвольные углы передвижений.

Анализ главных компонент

Для применения прикладного статистического анализа необходимо представить данные в виде таблицы признак – объект (или объект – признак) [2]. Столбцы таблицы соответствуют Наукові праці ВНТУ, 2009, № 1

анализируемым объектам (в нашем случае – ката). Строки таблицы – признакам. Здесь выделено 4 группы признаков.

Таблица 4

Матрица признак – объект

№	Название	Ката							
		Ta1	X1	X2	X3	X4	X5	Te1	B1
1.1	движений	20	21	26	19	26	23	22	40
1.2	блоков	8	13	18	7	12	12	12	29
1.3	ударов руками	12	8	5	9	8	9	10	8
1.4	ударов ногами	0	0	3	3	6	2	0	3
2.1	зэнкуцу	20	16	12	3	12	7	0	16
2.2	кокуцу	0	4	14	3	13	7	0	9
2.3	киба	0	0	0	9	0	3	22	7
3.1	45 ⁰	0	2	5	0	1	0	2	1
3.2	90 ⁰	3	3	2	3	5	7	5	4
3.3	135 ⁰	0	1	2	0	0	0	2	0
3.4	180 ⁰	3	2	2	3	3	4	2	7
3.5	270 ⁰	2	2	2	1	1	0	2	1
3.6	поворотов, ⁰	1350	1395	1575	1440	1305	1350	1170	1665
4.1	повторяемость	90%	76%	54%	53%	46%	30%	45%	53%

Всего есть 8 объектов (ката) и 14 признаков. Метод главных компонент невозможно применять при количестве объектов меньше, чем количество признаков. Это наш случай (8 объектов < 13 признаков). Поэтому был применен анализ главных компонент к каждой из трех групп признаков по отдельности [1; 42 – 56]. Результаты были проинтерпретированы в пространстве первых двух главных компонент по каждой группе признаков. Выявлены сильные зависимости между признаками и произведен переход к новой системе шести некоррелированных признаков, на основе которой производился кластерный анализ ката.

Кластерный анализ

В качестве инструмента был выбран иерархический кластерный анализ и евклидова метрика. Для изображения графа близостей воспользуемся проекцией ката на две первые главные компоненты (для шести новых признаков). Изначально не будем включать в граф заведомо длинные ребра, такие как: Тайкьоку Шодан – Тэки Шодан.

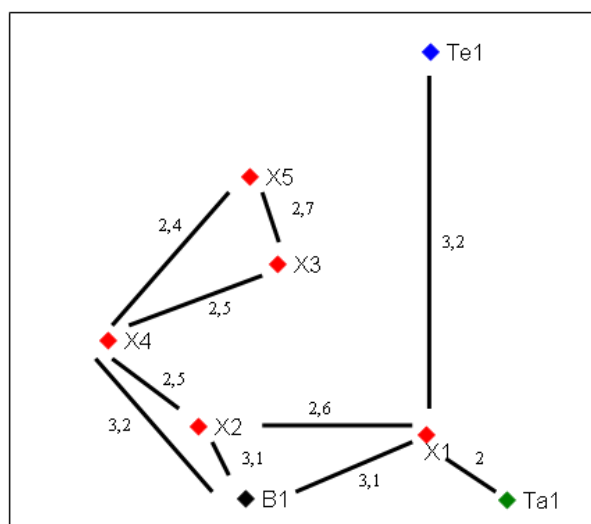


Рис. 2. Расстояния между ката

Длины ребер здесь только приблизительно соответствуют истинным расстояниям. Смысл визуализации – показать приблизительную картину. Над каждым ребром приведены истинные расстояния в шестимерном пространстве главных компонент.

Совместный анализ сходства ката показывает экстремальное отличие Тэки и Бассай от остальных ката. К Тэки ближе всего Хэян 1, к Бассай – Хэйаны 1, 2 и 4. Оказалось, что четкая кластерная структура не прослеживается: все ката обособлены. Очень похожи Хэян 1 и Тайкьоку 1. Хэян 1 выступает в качестве мостика, соединяющего Тайкьоку 1 с Хэян 2. Как ни странно, Хэян 2 гораздо ближе к Хэян 4, чем к Хэян 3. Хэйаны 3 – 5 образуют между собой достаточно плотную группу.

Выводы

К численным результатам анализа ката стоит относиться с известной долей осторожности. Предложенная в работе модель основана только на 14 признаках. Ударные и защитные техники группировались в один признак, при этом не учитывались различные варианты исполнения техник и скрытые техники.

В отдельных случаях получены неожиданные результаты. Так, самое мощное по исполнению ката Бассай-Дай формально является наиболее оборонительным (72% техник – блоки). А формально самое атакующее ката – Хэян Сандан (37% блоков), причем оно как бы состоит из двух частей. Первая часть – 7 блоков подряд, вторая часть – 12 атак подряд.

В ката активно отрабатываются три формы, на которые приходится треть всех движений. При этом нет ни одной формы, которая бы встречалась во всех 8-ми ката. Соотношение блоков и ударов составляет 60 на 40 (блоков номинально больше). Активнее всего отрабатывается стойка зэнкюцу-даци (почти половина всех стоек). Чаще всего отрабатываются повороты на 90^0 или 180^0 .

Четкой кластерной структуры ката выявить не удалось. Возможно, это свидетельствует о том, что каждое ката несет свою смысловую нагрузку и двух одинаковых ката не существует. Перспективным направлением исследований является включение в анализ всех ката шотокан. Кроме того, интересным является использование не агрегированных признаков (блок, удар), а отдельных признаков на уровне техник (например, количество ударов «ой-цуки»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заварзин А. В. Сравнительный анализ ката – статистический подход: Тайкьоку 1, Хэян 1-5, Тэки 1, Бассай Дай. Реферат к экзамену на 1 дан // М: Школа шотокан каратэ-до Михаила Степина, 2008. – 66 с.
2. Заварзин А.В. Методы анализа данных // Учебно-методическое пособие. М.: изд-во в/ч 33965, 2002. – 50 с.
3. Степин М. Н. Словарь терминов [Электронный ресурс] Режим доступа: – <http://mosbudokan.narod.ru/club/abc.html>

Заварзин Андрей Владимирович – директор ИТ ГрК "Волга – Днепр".