

КОГНИТИВНАЯ НАУКА

В МОСКВЕ



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ
2019

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман

УДК 159.9
ББК 88.25
К57

Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 19 июня 2019 г. Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман. – М.: ООО «Буки Веди», ИППиП. 2019 г. – 656 стр.

ISBN 978-5-4465-2346-7

УДК 159.9
ББК 88.25

ISBN 978-5-4465-2346-7

©Авторы статей, 2019

СВЯЗЫВАНИЕ РАЗМЕРА И УДАЛЕННОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ ВАРИАТИВНОСТИ МНОЖЕСТВА ОБЪЕКТОВ

Ю. А. Марков*, Н. А. Тюрина, И. С. Уточкин

yuamarkov@gmail.com

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Аннотация. При кратком зрительном предъявлении большого количества объектов наблюдатель способен к довольно точной оценке их усредненных признаков и вариативности. Недавнее исследование (Tsurina, Utochkin, 2019) показало, что репрезентация среднего основывается на перемасштабированных размерах объектов с учетом их удаленности. В данном исследовании мы проверяли, как происходит перемасштабирование объектов при оценке вариативности множества объектов. Круги разного размера предъявлялись на разном стереоскопическом удалении, после чего испытуемый оценивал вариативность их размера методом подравнивания тестового набора. Основная манипуляция заключалась в изменении корреляции размера и удаленности для эталонного и тестового наборов. Если перемасштабирование происходит до подсчета статистических свойств, то в условии с положительной корреляцией большие круги, предъявленные далеко, должны казаться еще больше, а маленькие — еще меньше, увеличивая кажущуюся вариативность. В условии с отрицательной корреляцией вариативность, наоборот, должна уменьшаться. Мы варьировали направление корреляции для эталонных и тестовых наборов. Мы обнаружили наибольшую недооценку вариативности в условии с отрицательной корреляцией у предъявляемого набора и с положительной корреляцией у тестового набора. Поскольку отрицательная корреляция уменьшала видимую вариативность эталона, испытуемым приходилось компенсаторно занижать вариативность теста с положительной корреляцией. Наши результаты демонстрируют, что размеры объектов автоматически масштабируются в соответствии с их удаленностью, и только после этого происходит оценка статистических свойств ансамбля.

Ключевые слова: восприятие ансамблей, вариативность, константность восприятия, проблема связывания, статистическая репрезентация

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-313-00253 мол_а.

Введение

Мы воспринимаем окружающий мир как высоко детализированный и стабильный, несмотря на существенные ограничения со стороны рабочей памяти и внимания. Одной из влиятельных моделей, объясняющих, как зрительная система обходит эти достаточно серьезные ограничения (Alvarez, 2011), является теория статистической репрезентации зрительных ансамблей. Согласно этой теории, подкрепленной большим количеством исследований,

зрительная система строит сжатые обобщенные описания больших множеств в форме статистических описаний (например, оценок средних признаков, вариативности и пр.).

Как правило, в исследованиях восприятия ансамблей тестируются статистические репрезентации изолированных сенсорных измерений (обзор: Whitney et al., 2018). Только несколько работ были направлены на изучение того, как ансамблевые статистики извлекаются из набора объектов, варьирующихся по нескольким измерениям (Emmanouil, Treisman, 2008; Utotchkin, Vostrikov, 2017). Однако при восприятии реального мира мы редко имеем дело с объектами, изменяющимися только по одному измерению, даже когда мы пытаемся оценить только это измерение. Например, реальные объекты обычно не отображаются на плоском экране, а могут быть расположены на различных расстояниях от наблюдателя. Для реалистичной оценки сетчаточные размеры должны быть перемасштабированы относительно соответствующих им расстояний. Это может быть довольно сложной задачей, когда объектов много и все они находятся на разных расстояниях (Treisman, 1996).

Тюрина и Уточкин (Tiurina, Utotchkin, 2019), используя методику оценки среднего размера, показали, что перемасштабирование происходит до формирования репрезентации среднего. Их основная экспериментальная манипуляция заключалась в изменении знака корреляции между угловым размером и видимой удаленностью. Так, при положительной корреляции размера и удаленности большие круги предьявлялись дальше и должны были казаться еще больше, а маленькие предьявлялись близко и должны были казаться еще меньше. При отрицательной корреляции углового размера и удаленности кажущаяся вариативность должна уменьшаться. Увеличение вариативности, в свою очередь, приводит к увеличению ошибки в усреднении (Im, Halberda, 2013; Maule, Franklin, 2015), что и было обнаружено в исследовании Уточкина и Тюриной. Поскольку об изменении кажущейся вариативности авторы судили косвенно на основе оценки среднего, их результат также является лишь опосредованным свидетельством в пользу «раннего» перемасштабирования. В настоящем исследовании, манипулируя корреляцией размера и удаленности, мы собираемся проверить, как происходит перемасштабирование напрямую, используя методику оценки вариативности.

В нашем исследовании испытуемые выполняли задачу подравнивания вариативности тестового набора под вариативность эталонного набора в условиях стереоскопического предьявления. При этом корреляция угловых размеров и кажущейся удаленности систематически варьировалась между эталоном и тестом. Если наблюдатели осуществляют перемасштабирование всех объектов до построения репрезентации ансамбля, то, увидев эталонный набор с отрицательной корреляцией (меньшая воспринимаемая вариативность), а тестовый набор с положительной корреляцией (большая вариативность), они будут компенсаторно занижать вариативность теста (симметрично — для обратной комбинации знаков корреляции). Таким образом, в случае перемасштабирования индивидуальных размеров мы ожидаем обнаружить максимальную переоценку в условии с положительной корреляцией предьявляемого набора и отрицательной корреляцией тестового

вого набора и максимальную недооценку в условии с отрицательной корреляцией предъявляемого набора и положительной корреляцией тестового набора.

Методика

Двадцать один студент НИУ ВШЭ (18 женщин, $M = 19.8$, $SD = 1.7$) участвовал в исследовании за получение дополнительных баллов. Испытуемые не имели проблем со зрением (острота и стереозрение) и неврологических проблем.

Стимулы предъявлялись с помощью программы PsychoPy на стандартном VGA-мониторе. Для предъявления объектов на разном кажущемся удалении использовались зеркальные стереоскопы. Голова испытуемого фиксировалась при помощи подбородника.

В качестве стимулов мы использовали стереоскопические пары изображений. Два серых монокулярных поля ($8.4^\circ \times 8.4^\circ$) предъявлялись в левой и правой половинах монитора на черном фоне (расстояние между центром каждого поля и центром экрана было 7.5°). В центре каждого поля располагался фиксационный крест. В обоих монокулярных полях предъявлялись 8 белых кругов, расположенных на воображаемой окружности (радиус 2°). Центр воображаемой окружности совпадал с фиксационными крестами. Средний размер кругов был равен 0.9° . Вариативность рассчитывалась как размах (разница между наибольшим и наименьшим размерами). Для эталонного набора размах варьировался от 0.4 среднего размера до 1.4 (с шагом 0.1), для тестового — от 0 до 1.8 (с шагом 0.01). Видимая удаленность объектов варьировалась при помощи изменения бинокулярной диспаратности (горизонтального сдвига изображения для правого и левого глаз относительно точки фиксации). При положительной корреляции размера и удаленности два самых маленьких объекта имели диспаратность -0.24° , следующая пара -0.12° , затем 0.12° , самые большие имели диспаратность $.24^\circ$; для отрицательной корреляции — наоборот.

Процедура

Испытуемые сидели на расстоянии 50 см от монитора. Перед экспериментом они проходили тренировочную серию из 8 проб. Эталонный набор кругов предъявлялся на 500 мс, через 200 мс после этого предъявлялся тестовый набор. Задача испытуемого была в том, чтобы подравнять вариативность тестового набора под вариативность эталона. Подравнивание осуществлялось при помощи колесика мыши.

Дизайн и анализ данных

Эксперимент имел внутригрупповой дизайн 2 (корреляция размера – удаленности эталонного набора) $\times 2$ (корреляция размера – удаленности тестового набора). Для каждой комбинации условий было предъявлено 77 проб. Таким образом, в эксперименте было 308 проб. Зависимой переменной была Ошибка = (Ответ испытуемого – Правильный ответ) / Правильный ответ. Нулевая ошибка означает абсолютный точный ответ, положительная или отрицательная ошибка означает переоценку или недооценку соответственно. Для оценки факторных эффектов мы применяли стандартный и байесовский дисперсионный анализ с повторными измерениями.

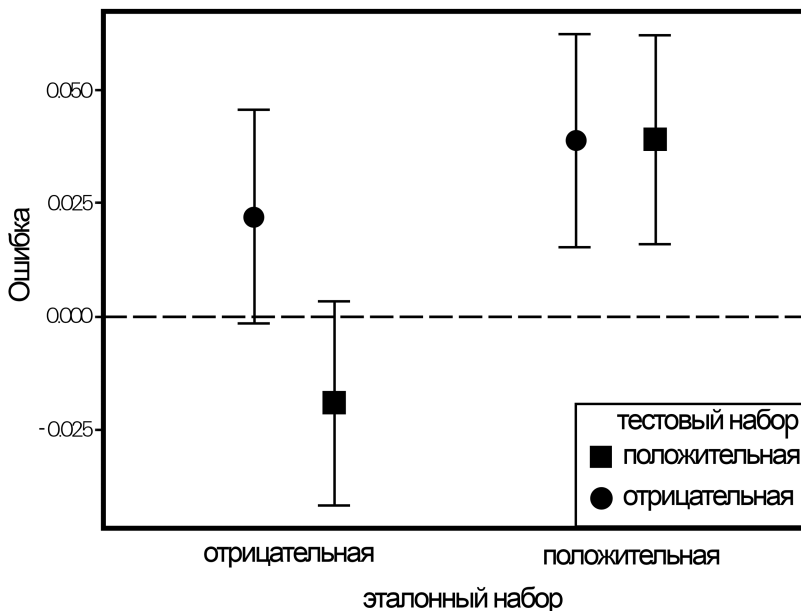


Рисунок 1. Влияние корреляции размера – удаленности эталонного набора и корреляции размера – удаленности тестового набора на ошибку оценки вариативности. Столбики ошибок демонстрируют 95% доверительный интервал

Результаты

Мы обнаружили эффект корреляции размера и удаленности эталона ($F(1,20) = 14.018$, $p < .001$, $\eta^2 = .009$, $BF_{10} = 34.08$, рис. 1), корреляции тестового набора ($F(1,20) = 4.061$, $p = .044$, $\eta^2 = .003$, $BF_{10} = .231$) и их взаимодействия ($F(1,20) = 4.659$, $p = .031$, $\eta^2 = .003$, $BF_{10} = .325$). В случае отрицательной корреляции в эталонном ансамбле вариативность тестового набора с положительной корреляцией устанавливалась ниже, чем вариативности тестов с отрицательной корреляцией ($t(20) = 2.933$, $p = .003$, Cohen's $d = .073$, рис. 1). При положительной корреляции в эталонном ансамбле вариативности тестов с положительной и отрицательной корреляциями не различались ($t(20) = .012$, $p = .99$, Cohen's $d = .0004$, рис. 1).

Обсуждение и выводы

Основным обнаруженным нами результатом явилась недооценка вариативности эталонного набора в тех случаях, когда этот набор имел отрицательную корреляцию между угловым размером и удаленностью, а тестировался с помощью набора с положительной корреляцией. Это направление систематической ошибки говорит в пользу гипотезы о том, что перемасштабиро-

вание индивидуальных размеров происходит перед оценкой вариативности ансамбля. В условии, где набор предъявлялся в отрицательной корреляции, большие объекты на ближнем плане казались меньше, а маленькие объекты на заднем плане казались больше — таким образом, вариативность уменьшалась. Когда для оценки использовался набор с позитивной корреляцией, вариативность которого казалась больше, испытуемым нужно было сильно занижать свою оценку. Это возможно лишь в том случае, когда каждый угловой размер корректно связывается с соответствующей кажущейся удаленностью.

Мы не обнаружили симметричного эффекта с большей переоценкой в условии с положительной корреляцией предъявляемого набора и с отрицательной корреляцией тестового набора. Вероятно, это произошло из-за общей тенденции к переоценке вариативности и полученного эффекта потолка для данного условия (рис. 1).

Таким образом, мы продемонстрировали, что при быстром предъявлении большого количества объектов происходит параллельное корректное (и, вероятно, автоматическое (Rosenholtz et al., 2012)) связывание множества размеров и удаленностей. Данные результаты подтверждают выводы предыдущего исследования о том, что глобальная статистическая репрезентация ансамблей происходит после индивидуального масштабирования. Тем самым поддерживается константность восприятия размеров одновременно всех видимых объектов.

Литература

- Alvarez G. A.* Representing multiple objects as an ensemble enhances visual cognition // Trends in Cognitive Sciences. 2011. Vol. 15. No. 3. P. 122 – 131. doi:10.1016/j.tics.2011.01.003
- Emmanouil T. A., Treisman A.* Dividing attention across feature dimensions in statistical processing of perceptual groups // Perception & Psychophysics. 2008. Vol. 70. No. 6. P. 946 – 954. doi:10.3758/pp.70.6.946
- Im H. Y., Halberda J.* The effects of sampling and internal noise on the representation of ensemble average size // Attention, Perception & Psychophysics. 2013. Vol. 75. No. 2. P. 278 – 286. doi:10.3758/s13414-012-0399-4
- Maule J., Franklin A.* Effects of ensemble complexity and perceptual similarity on rapid averaging of hue // Journal of Vision. 2015. Vol. 15. No. 4. P. 6. doi:10.1167/15.4.6
- Rosenholtz R., Huang J., Ehinger K. A.* Rethinking the role of top-down attention in vision: Effects attributable to a lossy representation in peripheral vision // Frontiers in Psychology. 2012. Vol. 3. doi:10.3389/fpsyg.2012.00013
- Tiurina N. A., Utochkin I. S.* Ensemble perception in depth: Correct size-distance rescaling of multiple objects before averaging // Journal of Experimental Psychology: General. 2019. Vol. 148. No. 4. P. 728 – 738. doi:10.1037/xge0000485
- Treisman A.* The binding problem // Current Opinion in Neurobiology. 1996. Vol. 6. No. 2. P. 171 – 178. doi:10.1016/s0959-4388(96)80070-5
- Utochkin I. S., Vostrikov K. O.* The numerosity and mean size of multiple objects are perceived independently and in parallel // PLOS ONE. 2017. Vol. 12. No. 9. P. e0185452. doi:10.1371/journal.pone.0185452
- Whitney D., Leib A. Y.* Ensemble perception // Annual Review of Psychology. 2018. Vol. 69. No. 1. P. 105 – 129. doi:10.1146/annurev-psych-010416-044232

SIZE-DISTANCE BINDING IN ENSEMBLE VARIANCE ESTIMATION

Y. A. Markov*, N. A. Tiurina, I. S. Utochkin

yuamarkov@gmail.com

National Research University Higher School of Economics, Moscow

Abstract. It has been previously demonstrated that observers can visually estimate the mean or variance of a set of objects. A recent study (Tiurina, Utochkin, 2019) demonstrated that size-distance rescaling occurs before mean estimation. In the current study, we investigated the rescaling mechanism in a variance estimation task. We briefly presented a set of circles of different sizes at various distances and asked participants to adjust the variance of the test set to the variance of the sample set. The key manipulation was a size-distance correlation within the sample and within the test. If rescaling occurs before variance estimation, in a positive size-distance correlation larger circles at farther distances should appear even bigger and small circles at closer distances even smaller, increasing the apparent variance. For the negative size-distance correlation, we predicted a decrease of the apparent variance. We manipulated the correlation for both sample and test sets orthogonally. We found the highest underestimation of variance in the condition with the sample set in a negative size-distance correlation and with the test set in a positive size-distance correlation. To compensate for the difference between apparent variances caused by the negative correlation of the sample and positive correlation of the test, participants had to under-adjust their answer. Our results demonstrate that the sizes of objects are automatically scaled according to their distance, and only after that are the statistical properties of the ensemble computed.

Keywords: ensemble, variance, constancy, binding problem, summary statistics