

Сравнительный вклад признаков второго порядка в распознавание лиц и объектов

Алексеева Дарья Сергеевна

Студент (магистр)

Южный федеральный университет, Факультет психологии, Кафедра психофизиологии и клинической психологии, Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: susan05@list.ru

Зрительная система человека способна практически безошибочно выделять объекты из фона. Это связано с тем, что они имеют отличные друг от друга физические характеристики. Те различия, которые можно описать изменениями локальной яркости (связанными с ответами линейных нейронов стриарной коры), называются признаками первого порядка [1]. Признаки второго порядка основаны на пространственном связывании ответов механизмов первого порядка (которые имеют локальный характер). Это три различных вида модуляции признаков - контраст, ориентация и пространственная частота изображения [1].

Выходы соседних линейных фильтров (фильтров первого порядка) одной частотной и ориентационной настройки объединяются по определенному правилу на фильтрах второго порядка. Это вполне согласуется с представлениями об организации механизмов второго порядка как отображающейся моделью «фильтрация-выпрямление-фильтрация». [2] Другими словами, механизмы второго порядка объединяют фильтры первого порядка, отличающиеся только локализацией в поле зрения. Такие фильтры с разным разрешением пропускают области изображения, отличающиеся неоднородностью по контрасту, ориентации и пространственной частоте. Мы предположили, что эти области могут быть «зонами интереса», поскольку они более информативны по сравнению с однородными. Одним из признаков «зон интереса» считают направление взгляда [3].

В данном исследовании мы попытались ответить, в равной ли степени различные признаки второго порядка важны для распознавания различных объектов (в том числе человеческих лиц).

С этой целью мы разработали модель, репрезентирующую работу зрительных фильтров второго порядка. Пропуская цифровые фотографии различных объектов через эту модель, на выходе мы получали изображения, на которых присутствовали области пространственной неоднородности либо контраста, либо пространственной частоты либо ориентации. Таким образом, наша парадигма исследования строилась на известном методическом приеме, когда из входного изображения удаляется значительная часть его содержания и оставляется лишь та часть, которая проверяется на предмет своей информативности для решения конкретной зрительной задачи.

В нашем эксперименте приняли участие 39 студентов и преподавателей факультета психологии Южного Федерального университета в возрасте 19-57 лет с нормальным либо корригируемым до нормального зрением.

В исследовании в качестве стимулов использовались черно-белые цифровые фотографии одушевленных и неодушевленных объектов, а также человеческих лиц, выровненные по яркости и контрастности между собой и помещенные на равномерно серый фон. При этом объекты относились к разным классам. Например, животные были представлены в виде хищных - волка, лисицы, льва; копытных - лошади, оленя, коровы; грызунов - крысы, зайца, сурка; при этом хищные животные, копытные животные и грызуны могли быть объединены в большую категорию базового уровня «млекопитающие» («звери»), которая, в свою очередь, является частью более крупной низкоуровневой категории «живые существа». Таким образом, в рамках эксперимента была возможна четырехуровневая

категоризация объектов. Кроме животных, в качестве знакомых повседневных объектов выступали различные разновидности мебели, транспорта, технических устройств («приборов»), выпечки и плодов растений. Фотографии лиц, выбранные в качестве стимулов, могли быть категоризованы по трем уровням: "живое", "человек", «мужчина/женщина». При подборе стимулов мы исходили из необходимости, чтобы представители классов первого из над-уровней (например, воздушный, водный и наземный транспорт) были максимально непохожи друг на друга. Исходные изображения были пропущены через модель, в результате чего было получено 237 стимульных изображений (по 79 для каждого из трех разных признаков второго порядка). При этом мы рассматривали для всех объектов все возможные комбинации частот.

В рамках эксперимента на экране монитора последовательно демонстрировались все 237 стимульных изображений. Задачей испытуемого было как можно точнее назвать то, что он видит (инструкцией было оговорено, что на картинках будут исключительно знакомые объекты реального мира). Время предъявления каждого стимула при этом не ограничивалось. Ответы фиксировались экспериментатором, отмечалось их соответствие одному из четырех используемых уровней категоризации.

В результате исследования было выявлено, что стимульные изображения, содержащие информацию только о модуляциях пространственной частоты, распознаются значительно лучше, чем те, которые содержат информацию о модуляциях других признаков второго порядка. Кроме того, еще на этапе подготовки стимульных изображений оказалось, что некоторые стимулы, пропущенные через фильтры модуляции контраста и особенно ориентации, содержат только серый фон и не несут значимой информации об объекте, и, соответственно, не могут быть распознаны. Это связано с тем, что фильтры не пропускают их области неоднородности, возможно, в силу их недостаточной энергетической мощности. Низкочастотные стимулы также демонстрировали определенную степень перекрытия для разных признаков - то есть, область низкочастотного изображения, содержащая только информацию о модуляциях контраста, практически совпадала с теми, которые пропускали фильтры модуляций ориентации и пространственной частоты. Этот факт согласуется с представлениями о «зонах интереса» как наиболее информативных областях изображения.

Признаки, пропущенные фильтром модуляции контраста, мы можем назвать наименее эффективными - несмотря на то, что на низкочастотных изображениях присутствовала значимая информация, ее не было достаточно для распознавания.

Также мы отметили, что лица в целом верно распознавались как человеческие лица лучше, нежели объекты. Доля ошибок в определении пола была значительно ниже, чем в определении высокоуровневой категории объекта. Однако, кроме особых преимуществ в обработке информации о человеческих лицах, это может быть связано также с тем, что в первом случае выбор осуществлялся всего из двух альтернатив.

Источники и литература

- 1) Baker C. L., Mareschal I. Processing of second-order stimuli in the visual cortex //Progress in brain research. – 2001. – Т. 134. – С. 171-191.
- 2) Kingdom F.A.A., Prins N., Hayes A. Mechanism independence for texture-modulation detection is consistent with a filter-rectify-filter mechanism //Visual neuroscience. – 2003. – Т. 20. – №. 01. – С. 65-76.
- 3) Urry H. L. Seeing, thinking, and feeling: emotion-regulating effects of gaze-directed cognitive reappraisal //Emotion. – 2010. – Т. 10. – №. 1. – С. 125.