

УДК 159.9
ББК 88
Е 86

Все права защищены. Любое использование материалов данной книги полностью или частично без разрешения правообладателя запрещается

Редакционная коллегия:

*Ю. И. Александров, В. М. Аллахвердов, В. А. Барабанщиков (отв. редактор),
Н. А. Выскочил, А. Н. Гусев, А. А. Демидов (отв. секретарь), П. Н. Ермаков,
А. Л. Журавлев, Ю. П. Зинченко, А. В. Карпов, Л. С. Куравский, С. Б. Малых,
В. Н. Носуленко, В. И. Панов, А. О. Прохоров, В. В. Рубцов, В. В. Селиванов,
А. А. Созинов, И. С. Уточкин, Д. В. Ушаков, Ю. Е. Шелепин*

Е 86 Естественно-научный подход в современной психологии / Отв. ред. В. А. Барабанщиков. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2014. – 880 с. (Интеграция академической и университетской психологии)

ISBN 978-5-9270-0293-1

УДК 159.9

ББК 88

Книга посвящена обсуждению широкого круга вопросов, касающихся реализации естественно-научного подхода в психологических исследованиях, и содержит около 150 статей, с различных сторон раскрывающих данную тему. Обсуждаются вопросы методологии естественно-научного изучения психических явлений, роли и места естественно-научных методов исследования (прежде всего, эксперимента) в развитии психологической науки, перспектив и границ применения экспериментальных и эмпирических методов в психологических исследованиях, создания новых экспериментальных средств и процедур, формализации психологического познания, объяснения и интерпретации данных экспериментальных исследований и мн. др. Данный труд является содержательным продолжением серии коллективных научных трудов, посвященных проблемам эксперимента в психологии, выпущенных за последнее время («Экспериментальная психология в России: традиции и перспективы», 2010; «Современная экспериментальная психология», 2011; «Экспериментальный метод в структуре психологического знания», 2012). Выход настоящего издания приурочен к 185-летию со дня рождения И. М. Сеченова и 165-летию И. П. Павлова, выдающихся русских ученых, заложивших естественно-научные основы изучения психических явлений в отечественной науке.

© Межрегиональная ассоциация экспериментальной психологии, 2014
© ФГБУН Институт психологии Российской академии наук, 2014

ISBN 978-5-9270-0293-1

- Campbell F. W., Robson J. G.* Application of Fourier analysis to the visibility of gratings // *J. Physiol.* 1968. 197 (3). P. 551–566.
- Christensen O.* An introduction to frames and Riesz bases. Springer, 2002.
- Goris R. L. T. et al.* A neural population model for visual pattern detection // *Psychol. Rev.* 2013. V. 120 (3). P. 472–496.
- Grossmann A., Morlet J.* Decomposition of Hardy Functions into Square Integrable Wavelets of Constant Shape // *SIAM J. Math. Anal.* 1984. V. 15 (4). P. 723–736.
- Han Deguang, Kornelson K., Larson D., Weber E.* Frames for undergraduates // *Student Mathematical Library*. V. 40. Amer. Math. Soc., 2007.
- Lee B. B.* Visual pathways and psychophysical channels in the primate // *J. Physiol.* 2011. V. 589 (1). P. 41–47.
- Mallat S.* Wavelets for a vision // *IEEE Proc.* 1996. V. 84 (4). P. 604–614.
- Marčelja S.* Mathematical description of the responses of simple cortical cells // *JOSA.* 1980. V. 70 (11). P. 1297–1300.
- Martens J. B.* Image Technology Design: A Perceptual Approach // *The Springer International Series in Engineering and Computer Science*. Springer, 2003.
- Sierra-Vazquez V., García-Pérez M. A.* Psychophysical 1-D wavelet analysis and the appearance of visual contrast illusions // *IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics.* 1995. V. 25 (10). P. 1424–1433.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ РАЗЛИЧЕНИЯ¹

*А. В. Жегалло**, *П. А. Мармалюк***

* Институт психологии РАН
zhegs@mail.ru

** Центр информационных технологий для психологических исследований
ГБОУ ВПО МГППУ
ykk.mail@gmail.com

В современных исследованиях на различение комплексных изображений в качестве стимульного материала используются построенные с помощью морфинга переходные ряды. В этом случае в качестве характеристики степени сходства между изображениями исследователями принимается «разница в процентах морфинга». При этом каждой точке морфа ставятся в соответствие точки исходных изображений. Соответственно, яркость каждой точки морфа рассчитывается как линейная комбинация яркостей соответствующих точек исходных изображений. Проверка (Барабанщиков, Жегалло, 2007) показывает, что при постоянном шаге морфинга порождается набор изображений, практически эквидистантный, с точки зрения метрики нормированного скалярного произведения значений яркости изображения, предложенной Г. Хакеном в качестве составной части модели синергетического компьютера (Haken, 1991).

Показатель сходства для изображений одинакового размера, по Г. Хакену, вычисляется следующим образом. Выполняется перенормировка значений уровней

1 Исследование выполнено при поддержке РФНФ, грант № 13-06-00567 «Окуломоторные синергии в процессах решения коммуникативных задач».

яркости изображения, чтобы выполнялись условия $\sum_{i=1}^N v_i = 0$ и $\sum_{i=1}^N v_i^2 = 1$, где v_i – элементы изображения. В качестве меры близости между изображениями a и b используется скалярное произведение между перенормированными изображениями $s = \sum_{i=1}^N a_i b_i$, принимающее значения от -1 до 1 . Отметим, что данная метрика сходства s точно до обозначений эквивалентна коэффициенту корреляции Пирсона r между векторами яркости сравниваемых изображений. Каждое изображение будет максимально сходно с самим собой ($r=1$). Минимально возможное значение будет соответствовать различиям между позитивом и негативом ($r=-1$).

Полагая, что нас интересует сходство только между относительно похожими изображениями ($r \geq 0$), в качестве меры различия удобно использовать величину $1-r$. В рамках каждого отдельного переходного ряда величина $1-r$ будет тем больше, чем больше разница процентов морфинга сравниваемых изображений, т. е. действительно, чем сильнее визуально различаются изображения, тем больше введенная нами величина различия.

Возникает вопрос: соблюдается ли данная закономерность для набора из нескольких различных переходных рядов? В качестве исходных данных для анализа нами были использованы результаты проведенных ранее экспериментальных исследований, выполненных на материале переходных рядов между изображениями базовых эмоциональных экспрессий. В эксперименте 1 (Барабанщиков, Жегалло, 2007) в качестве стимульного материала использовались переходные изображения между фотоэталопами сильно выраженных экспрессий радости, страха и гнева, по П. Экману. Всего 3 переходных ряда, по 6 изображений в каждом, что составило 15 пар изображений. Эксперимент выполнялся в парадигме последовательной дискриминационной задачи, время экспозиции изображений – 300 мс. В эксперименте 2 (Барабанщиков, Жегалло, Хозе, 2009) в качестве стимульного материала использовались переходные ряды между изображениями слабо выраженных экспрессий страха, презрения и отвращения, по П. Экману. Всего 3 переходных ряда, по 4 изображения в каждом, что составило 9 пар изображений. Эксперимент выполнялся в парадигме последовательной дискриминационной задачи, время экспозиции изображений – 300 мс. В эксперименте 3 (Куракова, Жегалло, 2012) в качестве стимульного материала использовались переходные изображения между фотоэталопами сильно выраженных экспрессий радости, горя, страха, гнева, отвращения, удивления и нейтрального лица, по П. Экману. Всего 21 переходный ряд, по 6 изображений в каждом, что составило 105 пар изображений. Эксперимент выполнялся в парадигме параллельно-последовательной дискриминационной задачи, время экспозиции изображений – 1500 мс. Во всех трех экспериментах использовались изображения в градациях серого.

Для дальнейшего анализа были использованы экспериментальные данные по средней эффективности различения для каждой пары изображений на всей выборке испытуемых, участвовавших в эксперименте (всего 129 пар изображений). Также использовался оригинальный стимульный материал, на основе которого вычислялся показатель различия для каждой пары изображений $1-r$.

Результаты представлены на рисунке 1. Коэффициент корреляции Пирсона между эффективностью различения изображений и введенной нами теоретической дистанцией составляет $r=0,008$, $p=0,92$, т. е. гипотеза о том, что эффективность различения определяется величиной различий между изображениями $1-r$, не подтверждается.

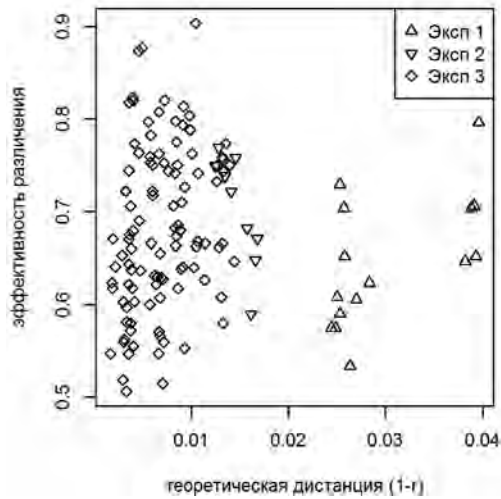


Рис. 1. Взаимосвязь эффективности различения пар изображений и теоретической дистанции между ними (на основе сопоставления яркости изображений)

Попробуем ввести аналогичный показатель сходства, основанный на вычислении корреляции между наборами упорядоченных характеристик деталей изображения, используя в качестве отдельных деталей более общие показатели, чем показатели яркости отдельных точек изображения. Для решения данной задачи обратимся к известной из теории обработки сигналов процедуре вейвлет-декомпозиции (Уэлстид, 2003). На первом шаге данной процедуры вычисляются средневзвешенные значения яркости соседних элементов изображения (так называемые коэффициенты LL), средневзвешенные значения различий по вертикали (коэффициенты LH), средневзвешенные значения различий по горизонтали (коэффициенты HL), средневзвешенные значения различий по вертикали и горизонтали одновременно (коэффициенты HH). Далее матрица коэффициентов LL, имеющая размеры вдвое меньшие, чем исходное изображение используется для выполнения следующего шага декомпозиции. Способ вычисления средневзвешенных значений определяется видом конкретной используемой вейвлет-функции, но в любом случае вычисление выполняется только на основании значений нескольких соседних точек изображения. Данная процедура полностью обратима, т. е., зная значения LL-коэффициентов на последнем шаге и значения всех LH-, HL- и HH-коэффициентов, можно без потерь восстановить исходное изображение. На практике широко используется вейвлет-сжатие, при котором часть коэффициентов, имеющая значения ниже заданного порога отбрасывается.

Вейвлет-декомпозиция изображений, используемых в качестве стимульного материала, была выполнена с помощью вейвлетов Хаара, для которых уравнения декомпозиции имеют вид:

$$a_j = \frac{x_{2j+1} + x_{2j+2}}{\sqrt{2}} \quad d_j = \frac{x_{2j+1} - x_{2j+2}}{\sqrt{2}},$$

где a_j – компоненты, соответствующие средневзвешенным значениям сходства соседних элементов изображения, d_j – компоненты, соответствующие средневзвешенным значениям различия соседних элементов изображения. Пример визуализации результата декомпозиции представлен на рисунке 2.

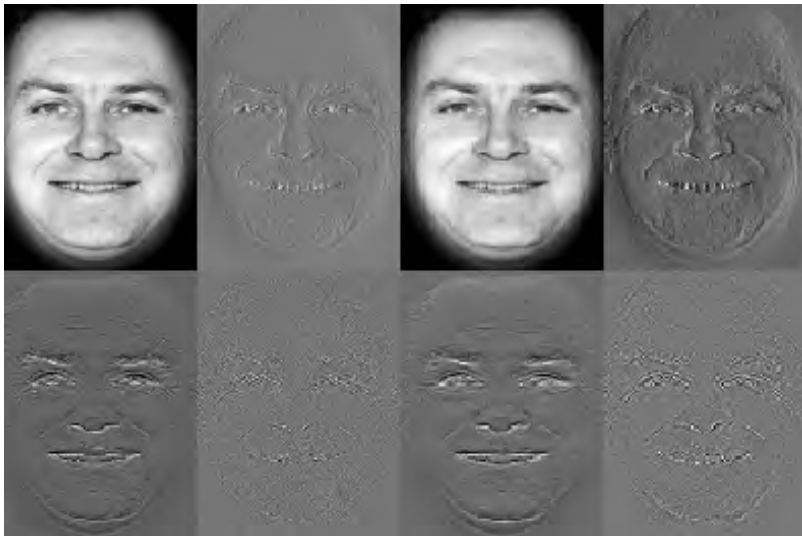


Рис. 2. Пример выполнения вейвлет-декомпозиции, первые два уровня. Верхний ряд – визуализация на основе значений коэффициентов LL и LH, нижний ряд – визуализация на основе значений коэффициентов HL и HH

Для каждой пары изображений был вычислен набор теоретических дистанций, основанных на корреляциях между соответствующими LL-, LH-, HL-, HH-коэффициентами каждого уровня (т. е. всего 24 значения). Далее для каждого типа коэффициентов, для каждого уровня декомпозиции был получен коэффициент корреляции между вычисленной теоретической дистанцией и экспериментальной эффективностью различения на наборе из 129 пар изображений. Результаты представлены на рисунке 3. Максимальная корреляция достигается для LH-коэффициентов уровня 1 ($r=0,3978$, $p=3 \times 10^{-6}$) и HH-коэффициентов уровня 2 ($r=0,3981$, $p=3 \times 10^{-6}$); корреляционные поля показаны на рисунке 4. Данный результат можно интерпретировать как то, что наблюдатели дифференцируют изображения в градациях серого, ориентируясь на тонкие различия в контурах областей изображений (преимущественно вертикальных).

Таким образом, полученные результаты показывают необходимость дальнейшего изучения влияния внутренних характеристик изображений на эффективность их различения. Соответствующие экспериментальные исследования требуют разработки качественно новых процедур построения стимульного материала, обеспечивающих постоянную контролируемую степень различий между изображениями на разных уровнях детализации. Следует отметить, что применительно к зрительной модальности нам неизвестно о других исследованиях, направленных на изучение данной проблемы.

В то же время для аналогичных исследований в акустической модальности (исторически предшествовавших исследованиям для зрительной модальности) вопрос о влиянии способа синтеза переходных фонем (и, соответственно, характеристик создаваемых фонем) на эффективность их различения поднимался уже более 10 лет назад (Schouten, Gerrits, Hessen, 2003). Такой методический разрыв

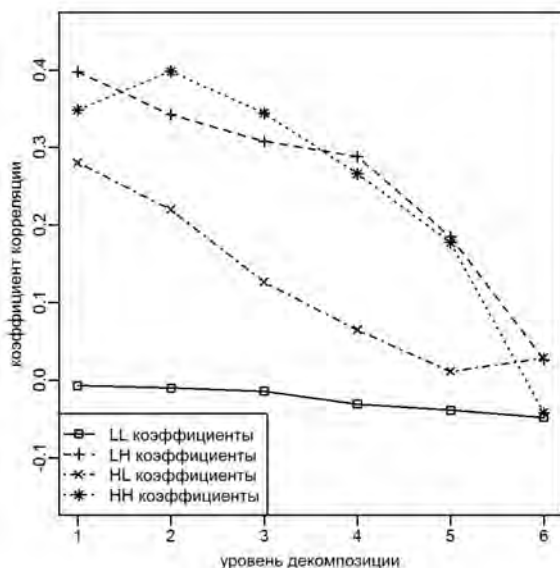


Рис. 3. Корреляции между эффективностью различения изображений и теоретическими дистанциями, вычисленными на основе коэффициентов вейвлет-декомпозиции разных уровней (1 – максимум детализовки, 6 – минимум детализовки)

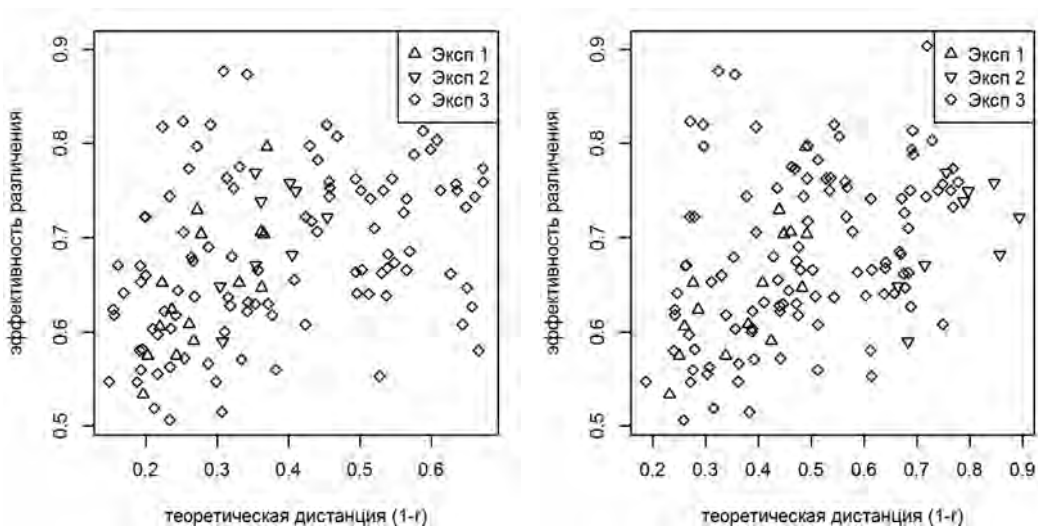


Рис. 4. Взаимосвязь эффективности различения пар изображений и теоретической дистанции между ними (на основе сопоставления значений LH1-коэффициентов – слева и HH2-коэффициентов – справа)

связан, скорее всего, с тем, что исторически способы синтеза искусственных акустических сигналов разработаны значительно лучше, чем способы синтеза искусственных изображений.

Литература

- Барабанищikov В. А., Жегалло А. В., Хрисанфова Л. А. Перцептогенез экспрессий лица // *Общение и познание*. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2007. С. 44–83.
- Барабанищikov В. А., Жегалло А. В., Хозе Е. Г. Психофизика восприятия экспрессий лица в микроинтервалах времени // *Современная психофизика*. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2009. С. 189–216.
- Куракова О. А., Жегалло А. В. Эффект категориальности восприятия экспрессий лица: многообразие проявлений // *Экспериментальная психология*. 2012. Т. 5. № 2. С. 22–38.
- Уэлстид С. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображений в действии. М.: Триумф, 2003.
- Haken H. *Synergetic Computers and Cognition. A Top-Down Approach to Neural Nets*. Berlin–Heidelberg–N. Y.: Springer, 1991.
- Schouten B., Gerrits E., Hessen A. The end of categorical perception as we know it // *Speech Communication*. 2003. V. 41. P. 71–80.

КРИТЕРИЙ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В ЗАДАЧАХ НА ИМПЛИЦИТНОЕ НАУЧЕНИЕ: СОПОСТАВЛЕНИЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ С ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МОДЕЛЬЮ¹

И. И. Иванчей, Н. В. Морошкина

Санкт-Петербургский государственный университет
i.ivanchei@spbu.ru, moroshkina_n@gmail.com

Введение

Имплицитное научение – процесс ненамеренного и неосознанного приобретения и применения знаний о структуре материала, с которым работает человек. В качестве примеров из повседневной жизни исследователи часто приводят усвоение языка, экспертное знание (см. обзор: Cleeremans, Destrebecqz, Boyer, 1998).

Чтобы изучать имплицитное научение в лабораторных условиях, были разработаны специальные методики, которые позволяют создать сложноорганизованную среду с определенными закономерностями, чувствительность к которым и вырабатывается у человека, хотя он может этого и не заметить. Одна из таких методик – научение искусственной грамматике (Reber, 1976). Методика включает в себя две серии: обучающую и тестовую. В обучающей серии испытуемым для запоминания предъявляются стимулы, составленные из ограниченного количества элементов (обычно это строчки из латинских букв). Испытуемым это не сообщается, но все они составлены согласно определенным закономерностям (правилам искусственной грамматики, рисунок 1). В тестовой серии испытуемым сообщают о наличии правил грамматики (но не о них самих) и предъявляются новые стимулы, часть из которых соответствует грамматике («грамматические» стимулы), часть – нет («неграмматические» стимулы). Задача испытуемых – классифицировать новые стимулы на грамматические и неграмматические. Обычно испытуемые оказываются способны классифицировать стимулы правильно чаще уровня случайного угадывания, но не могут вербализовать правила грамматики.

¹ Работа проведена при поддержке гранта РФФИ № 12-06-00311-а.