

УДК 655.533

РОЗВИТОК ТЕОРІЇ І ПРАКТИКИ ПЕРЕРОБКИ ОБРАЗОТВОРЧОЇ ІНФОРМАЦІЇ

І. В. Барановський, Н. А. Чернозубова

Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

Фізіологічні і психологічні аспекти зорового сприйняття зображень розглянуто на основі досягнень у вивченні фізіології зору — науки, що називається візіологією, яка тісно пов'язана з ще більш узагальненою галуззю знань — когнітологією — наукою про мислення. Саме тут завжди можна сподіватися найбільших науково-технічних проривів цивілізаційного плану. Розпізнавання окремих елементів образотворчої картини і візуальні знання про навколишній світ здобувають на основі обробки оптичних сигналів, тому опис їхнього сприйняття має ґрунтуватися на концепції переробки інформації за логікою комп'ютерного зору, розробка наукових засад якої сьогодні виходить на перший план. У зоровій системі навколишня обстановка, як тривимірний об'єкт, трансформується в двовимірний образ на сітчатці і сприймається особою, власне, як інформація про тривимірну обстановку. До речі, це найважливіший аспект науки про зір, який до кінця не розкритий і активна проробка якого може відкрити нові джерела інформації, якими активно користується зір, але які досі ще невідомі.

Ключові слова: образотворча інформація, кольоровідтворення, кольоровідтворювальні системи.

Давня східна мудрість каже: щоб вийти з лабіринту, потрібно піднятися над ним. Якщо ми хоч трохи не узагальнимо суть наявних проблем, то не досягнемо розуміння складної багатоканальної системи відтворення образотворчої інформації. Отже, пригадаймо, як відбувався прогрес та погляньмо, що діється зараз у цій сфері.

1. Ще понад півтори сотні років тому, в часи знаменитого англійського фізика, засновника і творця електродинаміки та дослідника проблем кольоровідтворення Джеймса Клерка Максвелла (1831–1879), стало зрозуміло, що відтворювати зображення можна, спираючись на трихроматичний принцип, застосовуючи для цього три кольорові зображення — червоне, зелене і синє чи голубе, пурпурне і жовте, залежно від того, який вид синтезу — адитивний чи субтрактивний — застосовують для цього [1].

2. Цей принцип був покладений в основу більшості тодішніх кольоровідтворювальних систем, зокрема друкарських, фотографічних, кіномонтажних.

3. Упродовж близько 150 років цей принцип кольоровідтворення реалізовувався апаратно-залежним методом, за якого спектральні чутливості реєстратора інформації мали узгоджуватись із спектральними характеристиками трьох відтворювальних

стимул-реакцій спостерігача. За цей час сформувалася «апаратно-залежна ментальність» і один з її варіантів «СМУК-ментальність».

4. Лише наприкінці ХХ століття бурхливий розвиток електроніки дав змогу перейти до апаратно-незалежної реалізації все того ж трихроматичного принципу кольоровідтворення, смисловим ядром якого стали таблиці CLUT (colour look up table — багатовимірні таблиці відповідностей). Для складання цих таблиць потрібно вираховувати величезну кількість даних.

5. Сьогодні можна математично врахувати багато феноменів зорового сприйняття і закласти їх у математику програм управління процесом кольоровідтворення (наприклад, у моделі CIECAM02). Тому для практичної мети, зокрема успішного застосування наявних систем перетворення образотворчої інформації, потрібно глибоко і детально ознайомитися з тими знаннями, що напрацювало людство із фізіології зору.

Якщо сьогодні не вивчати фізіології зору, то завтра (в буквальному розумінні) ми перестанемо розуміти лексику графічних програм. Наприклад, дуже скоро, в опціях тих же РІП-ів чи в опціях друку векторних редакторів з'явиться повзунок: «Міра адаптації» — і яке значення виставляти? — Знову методом проби? Або окрема закладка — «Умови перегляду», з дюжиною прапорців, движків і незрозумілих слів (наприклад, «Коефіцієнт індукції оточення»). — І що? — А жаданої кнопки «CMS off» нема.

6. Принцип апаратно-незалежного відтворення, що використовується тепер для обробки образотворчої інформації в друкарській галузі [3], ґрунтується на вимірюванні і відтворенні кольорових координат, що є суттєвим прогресом порівняно з попереднім принципом апаратно-залежного відтворення, який ґрунтувався на відтворенні оптичних щільностей.

7. Наступний етап, якого слід очікувати вже найближчим часом, є процес оглядово-незалежного відтворення, який базується на моделях кольорового сприйняття, за якого відтворюються не просто колірні координати, а й колірні стимули, тобто те, що є причиною зорового відчуття. Отже, тут моделюються не окремі елементи, з яких складається оригінал, а зображення загалом. Це зумовлено тим, що, крім кольорових характеристик будь-якого елемента, важливим для його сприйняття є ще й оточення, в якому він розглядається, своєрідний фон. Зокрема, це викликано процесами адаптації і післядії, які властиві зоровій системі людини. Багато фахівців із нетерпінням очікують введення таких моделей кольорового сприйняття у пакети переробки, скажімо, таких зображень, як Adobe PhotoShop.

Зауважимо, що сьогодні застосовується дещо інший варіант реалізації подібних можливостей, який полягає в застосуванні до перероблюваного оригіналу певної градаційної кольорової характеристики, залежно від того, до якого сюжетного типу його зараховують. Наприклад, пропонуються градаційні характеристики для обробки зйомок портретів, пейзажів, ювелірних виробів тощо.

8. Важливим фактором для сприйняття зображення, крім внутрішнього оточення елементів, є зовнішнє освітлення і його спектральний склад. Наприклад: зйомка проводиться при світлі ламп розжарення з кольоровою температурою

2850 °С, а поліграфічна репродукція розглядається при денному світлі з кольоровою температурою 6000 °С. Завдання моделей — так змінити зображення, щоб в усіх випадках сприйняття було адекватним. Моделі кольорового сприйняття покликані вивести базову колориметрію на рівень, що описує сприйняття кольорового стимулу в широкому діапазоні можливих умов перегляду.

Ще однією причиною необхідності застосування моделей є те, що одержане оператором зображення загалом може істотно відрізнятись від того, яке буде надруковане. Наприклад, зображення на дисплеї може виглядати таким, як бажане, а будучи надрукованим, виглядати по іншому. Тому оператор повинен розуміти, яким воно має бути на екрані монітора, щоб досягти хорошого результату друкованої продукції. Для цього йому потрібний певний досвід. Застосування методу моделей полягає в тому, щоб зображення, яке було налаштовано за зоровим сприйняттям на будь-якому з проміжних носіїв, на інших стадіях обробки виглядало однаково.

9. Для того щоб досягнути принципи створення пристроїв і застосування моделей кольорового сприйняття, потрібно вникнути в низку фундаментальних положень науки про колір.

Багата зорова картина, що виникає при сприйнятті природних сцен, утворюється тоді, коли нервові тканини, які вистеляють задню поверхню очей, стимулює розподіл двомірного світлового потоку, що включає лише фрагменти довколишніх предметів: велика частина корпусу прихована деревами, трамваєм і огорожею, одна будівля перекриває іншу. Проте, ми не сприймаємо частини над перекритими фрагменти, як ті, що ширяють у повітрі. Але навіть ті об'єкти сцени, що, здавалося б, наявні в кадрі, цілком видні лише частково, оскільки їх зворотні сторони закриті передніми. Як же ми можемо так легко і швидко сприймати тривимірну сцену у всій її повноті та єдності на основі очевидно неповного двомірного світлового розподілу, що діє на наші очі? Це фундаментальне питання науки про зір — візіології. Зорове сприйняття фізіологічно починається з оптичної системи очей, а реалізується у відділеннях кори головного мозку. Наука про зорове сприйняття є частиною когнітології — науки про мислення. Отже, очі невід'ємна частина зорового апарату, але для них є ще величезні вирости головного мозку, функції якого у зоровому сприйнятті тільки починають розуміти. Зорове сприйняття треба розглядати не як функцію естетичного споглядання, а як інструмент виживання організму. Це процес пізнання людиною навколишньої обстановки і подій, що в ній відбуваються зі світлових пучків. Зображення містять інформацію, а зрячі люди черпають із цієї інформації знання, які дають можливість діяти адекватно. Треба відзначити, що сприйняття — це не єдиний спосіб суб'єктивної зорової інформації, є ще й інші, зокрема галюцинації, зорові фантазії. У цьому випадку ми говоримо про реальні об'єкти. Навколишня обстановка, як тривимірний об'єкт, трансформується в двовимірний образ на сітчатці і сприймається, власне, як інформація про тривимірну обстановку. Це найважливіший аспект науки про зір, що до кінця не розкритий і його активна проробка може відкрити нові джерела інформації, якими активно користується зір, але які ще невідомі. Зір еволюціонував, як гарант виживання і розмноження організмів. Додатково

інформацію для зору дає слух, дотик, смак, нюх. Зір доставляє організмові дуже цінну, високоточну, високореалістичну інформацію про об'єкти навколишнього світу з певної відстані від них. Досить часто слух і нюх також дають інформацію з певних відстаней, проте для людини найбільшу точність забезпечує зір. Кольору предметів, як фізичного поняття, в природі не існує, як і не існує шуму дерев у лісі, якщо нема слухача. Можна говорити про те, що сила чи швидкість вітру становить 5 м/с, або стверджувати про амплітуду відхилення окремих дерев, але якщо суб'єкт позбавлений дару слуху, то пояснити йому, що таке слух, просто неможливо; для того щоб зрозуміти — треба чути. Так само не можна пояснити незрячому, яким є зелений колір листя і колір червоних яблук на яблуні. Для цього йому самому потрібно відкрити очі, побачити, а точніше, відчути. Колір виникає у свідомості людини і нерозривно пов'язаний з нею. Отже, зорове сприйняття — це сприйняття людиною навколишньої обстановки і подій, що в ній відбуваються завдяки добуванню інформації із світлових пучків.

10. Теорії зорового сприйняття [2]. Найбільш економний і раціональний підхід до пізнання явищ природи полягає у пошуку єдиної системної теорії, яка об'єднує і пояснює всі наявні експериментальні дані. Потім проводять нові експерименти, які мають підтвердити або спростувати висновки з теорії. Так, без початку і кінця, розвивається історично неперервний цивілізаційний процес, рушієм якого є невгамовне прагнення людського духу до життя, до пізнання істини і досягнення свободи. На сторінках багатьох підручників, монографій, у виступах на конференціях сьогодні пропонують велику кількість теорій зорового сприйняття. Хоч би як це парадоксально не звучало, але спільним для них є те, що всі вони, в кінцевому підсумку, «неправильні», бо тією чи іншою мірою не повністю узгоджуються з тими чи іншими результатами експериментальних досліджень, містять елементи незавершеності і суперечностей. Єдину правильну наукову теорію ще потрібно створити. Наявність багатьох теорій свідчить про те, що пошук ведеться і, врешті-решт, колись виведе на правильний шлях. Один із засновників когнітології Ньютон у своїй промові «20 питань Природі і Творцеві» так сформулював суть зорового аналізу: «20 питань — це деякий ритуал догадок, який здійснює людина в процесі аналізу зорового стимулу, що приходить від об'єкта до ока: — «Це живе?», — «Воно більше, ніж буханець хліба?», — «Це єдине в цьому домі?»... Особа вийде переможцем, якщо її догадки щодо цього об'єкта виявляться правильними. Відомий психолог Коффка озвучив проблему сприйняття зображення, задавши єдине елементарне запитання: «Чому предмети виглядають так, а не інакше?» На нього було запропоновано безліч відповідей, але в їх основі лежить чотири класичні розмірності, в які вкладаються пояснення суті наявних фізіологічних теорій сприйняття.

Розмірність перша: зовнішній світ — організм. Одна з можливих відповідей на запитання Коффки звучить так: «Бо так облаштований світ». Отже, підтримується та позиція, що аналіз характеру зовнішньої стимуляції — основний шлях для розуміння механізму сприйняття. Це означає, що особа черпає інформацію з проксимального стимулу, який відповідає стимулу дистальному. Відповідь опонента:

«Бо ми так облаштовані; тому що така наша зорова система». Така позиція відстоює внутрішній підхід до структури сприйняття, здійснюючи акцент на фізіології організму, а не на властивостях зовнішнього світу. Проміжні позиції — можливий компроміс, що свідчить про важливість як структури стимулу, так і внутрішньої структури організму.

Розмірність друга: емпіризм–нейтивізм. Перший варіант відповіді у рамках другої розмірності звучить так: «Бо ми так навчилися бачити». Це погляд емпіриків, які вважають, що ми бачимо так, оскільки пізнання світу відбувається в процесі взаємодії з ним. Відповідь опонента в цьому випадку звучить так: «Бачити так світ — це наша природжена здатність». Це позиція нейтивістів, згідно з якою нема потреби здобувати специфічне знання впродовж життя, оскільки еволюція забезпечила нас усіма необхідними нервовими механізмами. Нейтивістський погляд, по суті, такий, що всі біологічні види в процесі еволюції набули належного досвіду, і що кожна окремо взята особа не є «*tabula rasa*» (чистий аркуш), яка чекає, що досвід цей нагромаджуватиметься завдяки зоровим враженням. Організми, на думку нейтивістів, не потребують того, аби володіти вродженою здібністю до навчання, позаяк увесь подальший розвиток осіб генетично запрограмовано.

Відповідь опонента: «Це наша вроджена здатність». Інша важлива розмірність, яка задається, є методологічна, що вивчає, як було поставлено питання і чому саме так його поставили. Альтернативою постановки питання могло бути: «Що саме зір дає змогу нам робити?». Однак це інше питання і на нього можливі інші відповіді.

Розмірність третя: атомізм–холізм. Першим варіантом відповіді в рамках третьої розмірності є теза: «Бо так сприймається кожен із фрагментів поля зору». Згідно з концепцією атомізму, результуюче сприйняття цілісного поля зору прогнозується простим складанням елементів зорового досвіду по кожній з окремих ділянок сцени. Антитеза для цього підходу є такого змісту: «Оскільки таке цілісне сприйняття поля зору». Таку позицію ми назвемо холістською. В ній стверджується, що сприйняття будь-якого з фрагментів поля зору великою мірою залежить від впливу сусідніх. Окремі ділянки не аддитивні, тобто не можуть просто додаватися одна з одною, але підлягають глобальній інтеграції. Згідно з холістською концепцією, зорова система так організовує перцепти стимул-реакцій, що сприйняття об'єктів і навіть цілих сцен витісняє собою результати сприйняття окремих ділянок поля зору.

Розмірність четверта: інтроспекція–біхевіоризм. Четвертою критично важливою розмірністю, що задається теоріями зорового сприйняття, є розмірність методологічна. В ній виявляється інтерес до того, як Коффка сформулював своє питання, чому одній з точок зору він віддав перевагу. Перша з цих двох концепцій — наслідок усвідомленого феноменологічного аналізу власних зорових відчуттів і зорового досвіду, друга — продукт об'єктивної оцінки результатів поведінки людини, її вчинків. Коффка, запитуючи «Чому предмети виглядають так, а не інакше?», фактично став передвісником інтроспективного підходу, оскільки «виглядають» — плід усвідомленого зорового досвіду. Біхевіористи ж запитують: «Що зір дозволяє нам робити»? Це, безумовно, слушне питання, що принципово

відмінне від Коффівського. На основі чотирьох описаних розмірностей створено чотири базові теорії зорового сприйняття і розповімо про вчених, що відстоювали ці теорії.

11. Теорії зору, які були втілені в перших комп'ютерних програмах, дали змогу застосовувати ці програми до чорно-білих зображень реальних сцен, отриманих за допомогою відеокамер. Відзначимо, що класичні теорії зорового сприйняття загалом будували на обрахунку параметрів стимулу, що ніколи не трапляється в реальній обстановці — такий стимул передбачався ідеальним, позбавленим шумів і створювався світлом, відбитим від ідеальних об'єктів. Комп'ютерний зір дав можливість випробувати наявні теорії на реальних зображеннях реальних сцен.

До настання ери комп'ютерних імітацій теорії зорового сприйняття були туманні, довільні і неповні, переобтяжені зайвими концепціями і деталями. Це якраз випадок чотирьох класичних теорій зору, який ми обговорювали раніше. Електронні імітації радикально змінили ситуацію, оскільки однією з характерних ознак комп'ютерних програм є те, що вони явні або, як ще кажуть, — експліцитні. Першим відкриттям, зробленим на основі описаних кроків, стало розуміння того, що зір безмежно складний. Виявилось також, що навчити комп'ютер «бачити» навіть прості речі — неймовірно важко: процеси, які досі фізіологи вважали самі собою зрозумілими (наприклад, детекція країв і визначення того, до якої частини тривимірного цілого належить ця ділянка), зажадали колосальних обчислювальних ресурсів. Виявилось, що навіть найсучасніша комп'ютерна програма, що виконується найпотужнішим комп'ютером, не в змозі досягти швидкості, точності і гнучкості людських органів чуття і вирішувати прості зорові завдання. Водночас такі завдання зорова система відпрацьовує з величезною швидкістю, точністю і без видимих зусиль.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гарри Филд. Фундаментальний справочник по цвету в полиграфии: учеб. пособ. для вузов / Гарри Филд; пер. с англ. Н. Друзьева. — М.: ЦАПП, 2007. — 376 с.
2. S. Palmer. Vision science: Photo to Phenomenology MIT Press Cambridge 1999. — 400 s.
3. І. В. Барановський, Ю. П. Яхимович. Поліграфічна переробка образотворчої інформації: навч. посіб. — Київ-Львів: ІЗМН, 1998. — 400 с.

DEVELOPMENT OF THEORY AND PRACTICE OF GRAPHIC INFORMATION PROCESSING

I. V. Baranovskiy, N. A. Chernozubova

Ukrainian Academy of Printing
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine

Physiological and psychological aspects of image visual perception are considered on the basis of achievements in the study of eyesight physiology — the science that is

called visiology, which is closely related to the more generalized knowledge area — the cognitive science — the science about thinking. Here you can always expect major scientific and technical breakthroughs of the civilization plan. The recognition of individual elements of fine art paintings and visual knowledge about the world take out on the basis of processing optical signals, so the description of their perception should be based on the concept of information processing by the logic of computer vision, the development of scientific bases which is just coming to the fore. In the visual system the surrounding environment as a three-dimensional object is transformed into a two-dimensional image on the eye retina and it is actually perceived by the person, as the information about the three-dimensional environment — this is the most important aspect of the science about vision, which is not fully disclosed and the active elaboration of which could open up new sources of information that are actively used by the eyesight, but which are now still unknown.

Keywords: *graphic information, colour reproduction, colour reproduction systems.*

Стаття надійшла до редакції 24.02.2016.