

УДК 621.386: 616-073.7:681.785.5(045)

С. А. Ясенко, канд. техн. наук,
Н. В. Бурцева**ПОРІВНЯННЯ ОСНОВНИХ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ СПЕКТРОЗОНАЛЬНИХ ПРИЙМАЧІВ ЗОБРАЖЕНЬ У БІОНІЧНИХ МОДЕЛЯХ І ТЕХНІЦІ**

Інститут електроніки та систем управління НАУ, e-mail: rakendra@i.ua

*Розглянуто можливість побудови спектрозонального приймача, подібного до зорового аналізатора людини, за наявності лише двох спектрально рознесених датчиків. Порівняно відомі особливості зору людини і систем технічного зору.***Ключові слова:** біонічні системи, система зору, технічні системи спостереження, спектрозональні системи, роздільна здатність.

Вступ та постановка завдання. Для аналізу та проектування систем технічного зору як теоретичні моделі використовують «біологічні» моделі зору. Це пояснюється подібністю розв'язуваних завдань. Крім того, у разі проектування систем з участю оператора знання особливостей зорового сприйняття людини дозволяє побудувати зображення для правильного сприйняття людиною-оператором. Натепер є багато моделей сприйняття візуальної інформації. Найбільш спірним є питання щодо сприйняття кольорів, а також можливостей використання кольорів під час передавання інформації для подальшого аналізу оператору [1].

Способи розв'язання завдання. Спробуємо розглянути питання сприйняття кольору для визначення основних закономірностей під час формування спектрозональних зображень. Спочатку порівняємо «рішення» у системах технічного зору і моделях зорового аналізатора людини. Завдання оберемо характерні для «біологічного» аналізатора у такій послідовності (рис. 1): сприйняття сонячного світла; орієнтація відносно Сонця, неба та зірок; розрізнення дрібних деталей; адаптація до різного рівня освітлення.

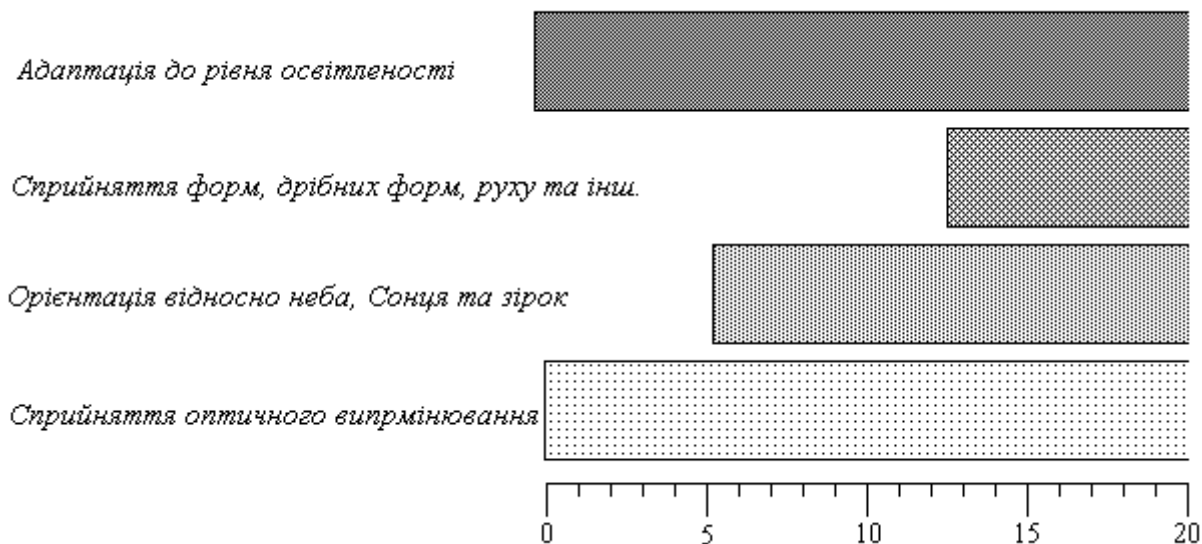


Рис. 1. Умовний хронометраж розвитку механізмів розв'язання завдань зі сприйняття зображень зоровим аналізатором людини

Під час побудови систем технічного зору рівень освітленості/яскравості (оцінювання енергії фотонного потоку) сприймається одноелементними датчиками [1]. У деяких випадках за допомогою таких датчиків можна забезпечити просторову роздільну здатність, але для цього використовують або методи сканування, або на практиці багатоелементні датчики [1,

с. 139]. Для швидкої орієнтації відносно неба, Сонця та інших великих об'єктів необхідно застосовувати багатоелементні датчики. Причому робота у двох координатах потребує щонайменше трьох датчиків. Але в техніці частіше використовують схему 2×2 [1, с. 167]. У разі переходу до багатоелементних приймачів відразу, крім амплітуди сигналів від окремих фоточутливих елементів, аналізується різниця між сигналами сусідніх елементів приймача зображення [1, с. 166 – 174]. Подальше збільшення кількості елементів приводить до підвищення роздільної здатності і у людини наближається приблизно до $1' \dots 2'$ [2, с. 35]. Окремо постає питання адаптації до рівня освітленості (рис. 1). Перші світлочутливі клітини мали грубі шкали оцінювання рівня освітленості, наприклад: темно – світло або темно – мало світла – багато світла. Механізми адаптації імовірно стали розвиватися з появою потреби порівнювати сигнали від сусідніх фотоелементів. За умови яскравого світла фотоеlementи з великою світлочутливістю (у людини-палички) переходять у режим насичення і для відчуття різниці фотонних потоків від сусідніх елементів простору, які попадають на сусідні фоточутливі елементи, різниця має бути великою. Тоді для роботи в умовах значної освітленості потрібні фотоеlementи з меншою чутливістю (у людини-колбочки). Але відомо, що фотоеlementи розподілені у сітківці нерівномірно [3]. Для пояснення цього феномену можна використати загальну схему формування освітленості сітківки (рис. 2).

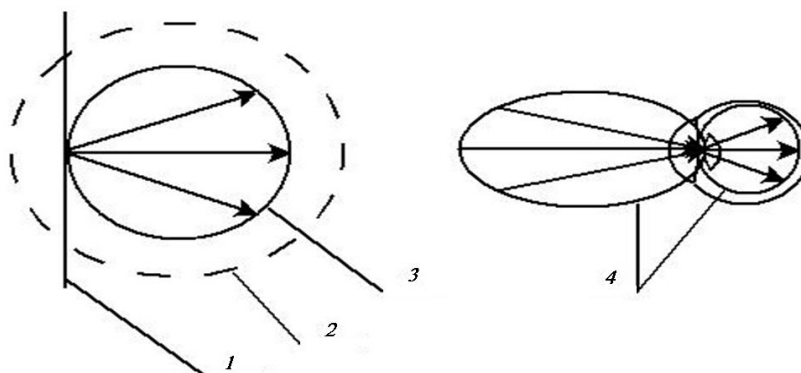


Рис. 2. Схема формування освітленості на сітківці: 1 – плоский об'єкт, що світиться чи відбиває світло; 2 – загальна діаграма напрямленості елементарної площі об'єкта; 3 – діаграма напрямленості ламбертова випромінювача; 4 – діаграма чутливості / напрямленості оптичної системи ока

Зі схеми, показаної на рис. 2, видно, що освітленість сітківки має бути нерівномірною, а саме: у центрі сітківки – максимальною, а на периферії – меншою. Однак під час спостереження рівномірно освітленої поверхні цього не видно, що приблизно збігається з даними про нерівномірність розподілу паличок та колбочок у сітківці.

Якщо припустити, що різниця у відчутті сусідніх елементів зображення на сітківці формується як віднімання логарифмів стимулів сусідніх елементів чи їх груп, то у центрі сітківки і на периферії кольору не повинно бути – це збігається з відомими даними про те, що у куті до $4'$ колір не диференціюється. У куті чіткого зору переважають яскраві жовто-зелені кольори, а весь спектр кольорів сприймається у куті до 100° . Велике значення у розвитку теорії сприйняття кольорів має теорія опонентних кольорів Лео Гурвича та Доротеї Джеймсон. Ідею з опонентними кольорами можна висловити правилами сегментації спектральних відповідей: не палички (не блакитний, а жовтий), не колбочки (не жовтий, а блакитний), не зелений (червоний), не червоний (зелений). Правила можна записати у вигляді формул:

$$нП = \lg(f_{пк}(K)) - \lg(f_{пк}(П));$$

$$нК = \lg(f_{пк}(П)) - \lg(f_{пк}(K));$$

$$нЗ = f_1(нП + нК) - f_2(П + К);$$

$$нЧ = f_2(П + К) - f_1(нП + нК),$$

де Π – стимул паличок; K – стимул колбочок; nK – відгук «не колбочки»; $n\Pi$ – відгук «не палички»; $n3$ – відгук «не зелений»; $nЧ$ – відгук «не червоний»; $f_{пк}$ – функція реакції фоторецепторів на стимул; f_1 та f_2 – функції сумарної дії $n\Pi$ та nK і Π та K .

Висновок. Узагальнений висновок огляду інформаційних джерел про відчуття людиною кольору: сітківка як багатоелементний приймач забезпечує формування зображень з високою просторовою роздільною здатністю; потреба адаптуватися до широкого діапазону освітленості зумовила появу двох типів різночутливих фотоелементів у сітківці; різниця спектральної чутливості паличок і колбочок є причиною формування «кольорових» зображень; для формування відчуття всіх «визначених» кольорів достатньо двох спектральнозміщених типів фоторецепторів, хоча більшість джерел наголошують на три чи чотири типи фоторецепторів.

Список літератури

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс – М: Техносфера, 2005. – 1072 с.
2. Источники и приёмники излучения: учеб. пособие для студ. оптических спец. вузов / [Г. Г. Ишанин, Э. Д. Панков, А. Л. Андреев, Г. В. Польщиков]. – СПб.: Политехника, 1991. – 240 с;
3. Телевидение: учеб. для вузов / [В. Е. Джакония, А. А. Гоголь, Я. В. Друзин и др.]; под ред. В. Е. Джаконии. – [3-е изд. перераб. и доп.] – М.: Радио и связь, 2004. – 616 с.

С. А. Ясенко, Н. В. Бурцева

Сравнение основных принципов построения спектрозональных приемников изображений в бионических моделях и техники

Рассмотрена возможность построения спектрозонального приемника, подобного зрительному анализатору человека, при наличии двух спектрально разнесенных датчиков. Сравнены известные особенности зрения человека и систем технического зрения.

S. A. Yassenko, N. V. Burtseva

Images receptors base organizations principles in bionics models and techniks comparison

In article images receptors technical and bionics models are considered. Models itemize in accordance with tasks difficulty. Base for overview are models dial with spatial and spectral resolution.