

УДК 519.711

Т.С. Супрун

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМПАРАТОРНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ТИРА

Рассматриваются вопросы компараторной идентификации процесса распознавания образов. Предложена модель распознавания цветowych образов и ее практическое применение для разработки мультимедийного тира.

**Ключевые слова:** компараторная идентификация, предикат, линейный функционал интегрального типа, распознавание образов, мультимедийный тир.

### Введение

**Постановка проблемы.** Разработка мультимедийных тиров вызвана необходимостью имитации различных условий стрельбы, приближенных к боевым и требующих своевременного применения оружия сотрудниками силовых структур.

Сочетание средств цифрового телевидения и компьютерной техники с использованием математических моделей психофизики человека позволяет значительно повысить эффективность общей стрелковой подготовки и создать на экране требуемую оперативную обстановку для тренировки спецподразделений по борьбе с терроризмом, служб безопасности и охраны.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В психофизике для исследования применяют компараторный метод [1], или метод сравнения, сущность которого сводится к использованию такого субъективного анализа  $P$  ощущений  $x, y$  испытуемым, который бы завершался его объективно регистрируемым ответом  $t$  типа "да" – "нет" (рис. 1).

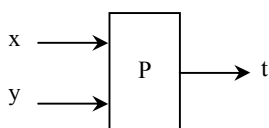


Рис. 1. Общая схема метода компараторной идентификации

Оказывается, что во многих случаях опыты такого типа могут служить достаточным эксперимен-

тальным основанием для объективного и вполне корректного математического описания ощущений и процессов их формирования.

Важным частным случаем метода компараторной идентификации является так называемый метод нуля-органа [2], когда сознание испытуемого используется в роли нуля-органа, регистрирующего равенство или неравенство сравниваемых ощущений. Схема этой процедуры представлена на рис. 2.

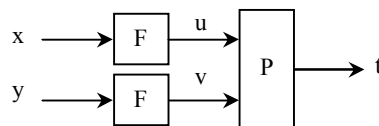


Рис. 2. Схема метода нуля-органа

Здесь первый блок состоит из двух идентичных параллельно включенных преобразователей сигналов, каждый из которых реализует оператор  $F$ . Второй блок выполняет роль нуля-органа, он сравнивает между собой сигналы,  $u$  и  $v$ , и при их равенстве вырабатывает сигнал 1, при неравенстве – сигнал 0.

Имеется большое число психофизических задач, которые могут быть подведены под описанную схему. Замечательным является тот факт, что на базе лишь этого простейшего ответа испытуемого в настоящее время в теории психофизических процессов построено достаточно много математических моделей [3, 4, 5], что, по сути дела, является решением задачи идентификации в таких специфических и существенно отличающихся от традиционных условиях.

**Постановка задачи.** Одной из сфер применения полученных математических моделей является их техническая реализация, заключающаяся в построении устройств распознавания цвета, работающих по алгоритмам преобразования информации в органе зрения человека. Такие устройства могут найти широкое применение в самых различных областях науки и техники, например, при классификации предметов по цвету в лакокрасочной, химической, металлургической и других отраслях промышленности.

В настоящее время имеется тенденция рассматривать задачу распознавания цвета как частный случай более общей задачи распознавания образов. При этом под образом понимается некоторое множество явлений или объектов, обладающих общим характерным для них признаком. Так как все сигналы о цвете имеют общий признак – наличие цветности, то они могут быть объединены в классы цветов, называемые классами образов. Структура процесса распознавания образов обычно имеет вид, изображенный на рис. 3.

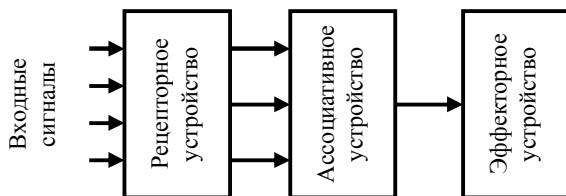


Рис. 3. Процесс распознавания образов

Внешние сигналы подаются на входное устройство, называемое рецепторным. Оно с помощью возбуждающих и тормозящих связей соединено с ассоциативным устройством, осуществляющим процесс узнавания. Завершается этот процесс реакцией регистрирующего или эффекторного устройства.

При распознавании цветных образов входным сигналом является лучистая яркость, которая в общем случае может быть функцией четырех переменных: координат поля зрения, времени и длины волны

$$b = b(x, y, t, \lambda). \quad (1)$$

Если же рассматривать случай распознавания неподвижных объектов, окрашенных одним каким-нибудь цветом, то в качестве этих сигналов будут использоваться функции спектральной интенсивности лучистой яркости  $b(\lambda)$ .

Тогда рецепторное устройство может быть представлено в виде системы фотоприемников  $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$ , результирующие спектральные характеристики которых находятся в линейной зависимости с тройками кривых сложения

$$\ell_1(\lambda), \ell_2(\lambda), \ell_3(\lambda),$$

входящих в состав полученной нами модели, т.е.

$$\begin{cases} \phi_1(\lambda) = c_{11}e_1(\lambda) + c_{12}e_2(\lambda) + c_{13}e_3(\lambda), \\ \phi_2(\lambda) = c_{21}e_1(\lambda) + c_{22}e_2(\lambda) + c_{23}e_3(\lambda), \\ \phi_3(\lambda) = c_{31}e_1(\lambda) + c_{32}e_2(\lambda) + c_{33}e_3(\lambda), \end{cases} \quad (2)$$

где  $\phi_i (i=1,2,3)$  – спектральные характеристики фотоприемников;  $c_{ij} (i, j=1,2,3)$  – постоянные коэффициенты.

### Разработка мультимедийного тира

Разработанное на основе изложенной выше компараторной модели устройство выгодно отличается от известных мультимедийных тиров применением специально разработанного дистанционного, бесконтактного способа измерения координат точки попадания пули. Это позволило изготовить легко съемную конструкцию видеозащиты-мишени, повысить точность измерения координат, убрать все ограничения на калибр используемого оружия и обеспечить возможность размещения системы в помещении стандартного стрелкового тира с сохранением всех функций последнего.

Устройство содержит проекционный экран, последовательно соединенные компьютер и видеопроектор, оптически связанный с экраном, инфракрасный излучатель, который равномерно подсвечивает экран, видеокамеру с инфракрасным светофильтром, выход которой соединен с компьютером, а вход с через проекционный экран с инфракрасным излучателем, осуществляет дистанционное бесконтактное измерение координат точки попадания в видеомишень при обучении стрельбе из огнестрельного оружия.

В отличие от известных систем-имитаторов, использующих для «стрельбы» лазерный луч и не создающих условий, даже отдаленно напоминающих стрельбу из боевого оружия (отдача, звук, особенности поведения конкретного образца оружия), стрельба в разработанном мультимедийном тире ведется из боевого оружия, боевыми патронами, по видеоизображению на экране. Возможно использование любого огнестрельного оружия при темпе стрельбы, не превышающем 8 выстрелов в секунду, независимо от величины начальной дульной энергии пули и ее калибра. Работоспособность тира при стрельбе из различных типов оружия была проверена на экземпляре, установленном в стандартном стрелковом тире.

Способ определения координат точки попадания пули в видеомишень при обучении в стрельбе, в котором формируют на проекционном экране изображения фоново-целевой обстановки, регистрируют точку попадания пули в проекционный экран со следующей программной обработкой результатов измерения координат в компьютере, который отлич-

чается тем, что равномерно подсвечивают проекционный экран инфракрасным излучением, с помощью которого формируется изображение пулевых пробоев в видеокамере с инфракрасным светофильтром, осуществляют в компьютере непрерывное по каждому кадру телевизионной развертки сравнения текущего изображения с предыдущим, сформированных видеокамерой с инфракрасным светофильтром, и при наличии пробоев от пуль в проекционном экране вычисляют координаты каждой новой точки попадания пули, кроме того, после выстрела в тот же миг осуществляют индикацию пробоя на проекционном экране в виде цветной отметки.

Результат каждого выстрела фиксируется компьютером и хранится в базе данных для всех участников стрельбы. Для каждого стрелка тренеры могут получить сведения об изменении его результатов за любое время. Результат каждого выстрела выдается на тот же экран в виде стоп-кадра фильма или изображения мишени с указанной точкой попадания каждой пули или всех пуль с указанием средней точки попадания. Даже для стандартных мишеней курса огневой подготовки возможен просмотр стрельбы любого участника динамично в виде кинофильма.

### Выводы

Уже первые боевые стрельбы в мультимедийном комплексе показали, что даже стрелки, имеющие отличные результаты в стрельбе по обычным мишеням, часто не успевают ориентироваться в изменяющейся ситуации и в реальных условиях могли бы быть выведены из строя преступниками, не успев открыть огонь. В то же время, необходимые навыки при частой стрельбе в предложенной разработке быстро закрепляются, и в реальной обстановке сотрудник правоохранительных органов получает значительно большие шансы в выполнении боевой задачи и сохранении собственной жизни и здоровья.

Основой тира является электронная мишень, которая устанавливается за экраном и с высокой точностью определяет координаты попадания пули в экран после каждого выстрела.

Компьютер анализирует совпадение точки попадания пули с закодированными для каждого кадра областями поражения. В случае попадания происходит переключение сценария кинофильма на ветвь, предусмотренную для попадания в конкретную мишень. Таким образом, во время стрельбы стрелок становится участником действия кинофильма, где сюжет разворачивается в реальном времени и мгновенно изменяется в зависимости от меткости каждого выстрела. Преступники падают при попаданиях или продолжают свои действия при промахах. Количество возможных сюжетов и вариантов их развития не ограничено. В зависимости от подготовки стрелков тренер имеет возможность упрощать или усложнять упражнения.

**Технический результат.** Изобретение не только повышает безопасность при обучении в стрельбе из огнестрельного оружия, а прежде всего, обеспечивает возможность обучения высокоточной и высокоскоростной стрельбе и с использованием автоматического оружия.

### Список литературы

1. Бондаренко М.Ф. Об общей теории компараторной идентификации / М.Ф. Бондаренко, Ю.П. Шабанов-Кушнаренко, С.Ю. Шабанов-Кушнаренко // *Біоніка інтелекту: наук.-техн. журнал.* – 2008. – № 2(69). – С. 12-23.
2. Шабанов-Кушнаренко Ю.П. Применение метода нуля-органа в психофизике. I / Ю.П. Шабанов-Кушнаренко // *Проблемы бионики – X: “Вища школа”, 1978. – Вып. 21. – С. 3-15.*
3. Крамер Г. Математические методы статистики / Г. Крамер. – М.: Мир, 1975. – 648 с.
4. Круг Г.К. Планирование эксперимента в задачах идентификации и экстраполяции / Г.К. Круг, Ю.А. Сосуллин, В.А. Фатуев. – М.: Наука, 1980. – 286 с.
5. Шабанов-Кушнаренко Ю.П. Характеристические свойства линейных предикатов в гильбертовых пространствах / Ю.П. Шабанов-Кушнаренко, В.В. Шляхов // *Док. АН УССР. Сер. А, №11, 1990. – С. 70-72.*

Поступила в редколлегию 11.08.2009

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. С.Ю. Шабанов-Кушнаренко, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

### ЗАСТОСУВАННЯ КОМПАРАТОРНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДЛЯ РОЗРОБКИ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ТИРУ

T.S. Супрун

*Розглядається застосування моделі компараторної ідентифікації розпізнавання кольорових образів для розробки мультимедійного тира.*

**Ключові слова:** компараторна ідентифікація, предикат, лінійний функціонал інтегрального типу, розпізнавання образів, мультимедійний тир.

### THE COMPARATOR IDENTIFICATIONS APPLICATION FOR MULTIMEDIA SHOOTING GALLERY WORKING OUT

T.S. Suprun

*Are considered some comparator identifications models in the form of integrated type linear operators. The application of colour images recognition by comparator identifications model for multimedia shooting gallery working out is considered.*

**Keywords:** comparator authentication, predicate, linear functional of integral type, recognition of patterns, multimedia shooting-gallery.