

Полученное описание адекватно задаче классификации данного множества изображений цифровых знаков (рисунок). Аналогичным образом получены однозначные описания изображений машинописных буквенных знаков русского алфавита. Можно показать, что эти описания инвариантны к масштабу, непропорциональному изменению размеров знаков и переносу их в поле зрения.

Последнее описание цифровых знаков свидетельствует о том, что для полного их разделения нет необходимости исследовать все изображение, достаточно выяснить параметры лишь некоторых точек, характерных для данного знака. Это соответствует психофизическим данным процесса опознания изображений человеком [3].

Общность изложенных выше принципов анализа изображений и успешное применение их для классификации изображений знаков позволяет надеяться на применение этих принципов для автоматического анализа и распознавания любых геометрических изображений.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. И. Венслаускас, А. М. Гутман. Опознавание элементов формы линии контраста и контура при помощи рецептивных полей и бокового торможения. Сб. «Бионика и биокибернетика», Рига, 1968.
2. В. А. Долятовский, И. Д. Пономарева, Г. В. Цепков. Многослойная сеть с латеральными связями для выделения признаков и опознания зрительных образов. Сб. «Моделирование в биологии и медицине», вып. 3. Киев, 1968.
3. А. В. Запорожец, Л. А. Венгер, В. П. Зинченко, А. Г. Русская. Восприятие и действие. Изд-во «Просвещение», 1967.
4. С. Ф. Марченко, В. Г. Червов. О структуре и функции пространственного анализатора (статья в настоящем сборнике).
5. В. Г. Червов, Ю. П. Бугай, С. Ф. Марченко. Некоторые способы преобразования информации в нервных клетках, исследованные на аналоговой модели нейрона. Тезисы докл. научно-технической конференции, посвященной Дню Радио. Харьков, 1966.

О СТРУКТУРЕ И ФУНКЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗАТОРА

С. Ф. Марченко

Первичной формой отражения человеком внешнего мира являются ощущения, составляющие начальный элемент психической деятельности. Материальная основа ощущений, восприятий, представлений, различных эмоциональных состояний — нервные импульсы, вызываемые внешними раздражителями. Воспроизведение на моделях и изучение механизма преобразования внешнего физического воздействия в первичный акт отражения поможет определить принципы эффективной переработки информации нервной системой.

Из всех видов человеческих ощущений наиболее эффективное взаимодействие с внешней средой обеспечивают зрительные и осязательные ощущения. Как показывают физиологические исследования [2—4], формирование целостных образов объектов внешнего мира — сложный и многогранный процесс. Он обеспечивается как специальными структурными образованиями рецепторов, так и различного рода движениями рецепторных органов.

По функциональному назначению эти движения можно разделить на два больших класса [3,8]. К первому классу принадлежат поисковые, установочные и корректирующие движения. С помощью поисковых и установочных движений определяется наличие предмета в поле зрения и его положение относительно собственного тела, осуществляется установка глаз

в исходную позицию и корректировка этой позиции. Исходной позицией, или начальной точкой отсчета, обычно является крайняя верхняя точка изображения. Характер установочных движений определяется не только типом изображения, но зависит от предыдущего опыта, обучения и решаемой задачи [3]. С помощью корректирующих движений рецепторный орган удерживается в установленной позиции.

Ко второму классу относятся собственно гностические движения, участвующие в построении образа, сличении и опознании объекта, изменении его характеристик и т. д.

При определенных условиях восприятия в функцию построения входит развертка контура в систему последовательных сигналов. В результате этой операции устанавливается определенное рода соответствие между множеством точек контурной линии изображения воспринимаемого объекта и точками отрезка времени, в течение которого осуществляется развертка. При этом движения зрительного или осязательного рецепторных органов определяются типом исследуемого изображения.

Анализ физиологических и психофизических данных, характеризующих работу зрительного и осязательного анализаторов в процессе восприятия, показывает, что для однозначного преобразования исследуемого изображения в набор сигналов, образующих исходный материал для дальнейшей обработки, в анализаторе необходимо предусмотреть чувствительный элемент, автоматический поиск изображений в поле зрения, движение чувствительного элемента по закону, определяемому типом исследуемого изображения.

Чувствительный элемент преобразовывает оптические сигналы от изображения в электрические, удобные для дальнейшей автоматической обработки. Автоматический поиск воспроизводит характерную черту активного взаимодействия всех животных со средой, обеспечивая обнаружение объектов. Наряду с активностью по выявлению предметов в поле зрения важнейшей особенностью акта отражения является выделение признаков предмета и слежение за их изменением в пространстве или во времени. Поэтому обеспечение движения чувствительного элемента по закону, определяемому характером изменения воспринимаемого признака в каждой точке изображения предмета,— основная задача, при осуществлении которой в живом организме используется принцип обратной связи.

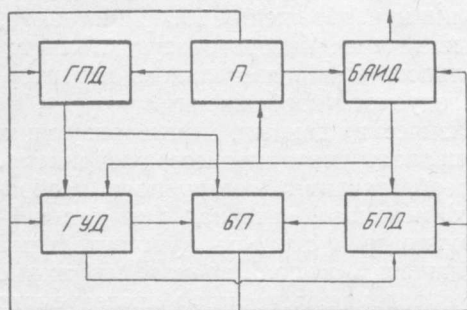
Воспринимаемый признак может подвергаться искажениям вследствие воздействия различных помех. Поэтому при выделении пространственного признака из помех необходимо предусмотреть возможность изменения пространственных характеристик, обеспечивающих фильтрацию помех, в блоке чувствительного элемента. В зрительном анализаторе эти функции могут выполняться пространственными структурами с различным характером распределения чувствительности, называемыми рецептивными полями.

При наличии датчика, чувствительного к одному определенному признаку объекта, путем непосредственных измерений можно получить характеристики только этого признака. Для получения же сведений о других параметрах исследуемого объекта необходимы либо наличие датчиков, адекватно отражающих эти признаки, либо осведомленность о характере отношений их к воспринимаемому признаку. По этим отношениям опосредованно можно выяснить и невоспринимаемые признаки, для чего надо предусмотреть устройство, обрабатывающее сигналы о воспринимаемом признаке по законам известных отношений с искомыми признаками.

Функциональная схема модели, удовлетворяющей перечисленным требованиям, представлена на рисунке. Основными узлами в этом

устройстве являются управляемый блок преобразования *БП* и блок анализа и измерения данных *БАИД*. Основой для реализации функционального блока *БП* служит один из видов электронной следящей развертки, применяемых для автоматического преобразования графической информации в электрические сигналы [6,7].

Работа модели пространственного анализатора, как и ее живого прототипа, начинается с поиска предмета, который может иметь произвольное положение в ее поле зрения. Эта операция выполняется с помощью генератора поисковых движений *ГПД*, управляющего положением чувствительного элемента блока преобразования. При обнаружении предмета в поле зрения чувствительным элементом с выхода последнего по-



ступает сигнал на генератор поисковых движений и прекращает его работу. Сигнал с выхода чувствительного элемента поступает также на генератор установочных движений *ГУД*, в блок прослеживающих движений *БПД*, блок памяти *П*, блок анализа и измерения данных.

По окончании работы генератора поисковых движений включается генератор установочных движений, с помощью которого поло-

жение чувствительного элемента фиксируется в начальной точке отсчета изображения исследуемого объекта. Начальная точка отсчета может быть различной для одного и того же изображения предмета при различных условиях его анализа, например, при изменении класса, в который входит данный объект, а также при изменении задачи такого анализа. После обнаружения начальной точки отсчета генератор установочных движений прекращает свою работу. После окончания его работы включается блок прослеживающих движений, управляющий движением чувствительного элемента по закону, определяемому в общем случае изменениями воспринимаемого признака анализируемого изображения. Эти движения обеспечивают получение информации об изображении исследуемого предмета. Блок прослеживающих движений может включать в себя различного рода фильтры. Работа этого блока прекращается по окончании анализа данного изображения предмета. Этот момент может характеризоваться возвращением чувствительного элемента в начальную точку отсчета или моментом получения достаточного количества информации об изображении предмета.

Возможность получения необходимой информации об исследуемом изображении предмета подтверждается следующими представлениями. Известно, что для решения определенного класса задач достаточно сведений о контурах изображений исследуемых предметов, так как основное содержание, отражающее их геометрические свойства, заключено в контурах. Контурную линию в каждой ее точке можно характеризовать координатами, углом наклона, кривизной, изломом и другими признаками.

Выделение признаков, необходимых для характеристики контурного изображения, всякий раз определяется конкретной задачей и условиями анализа. Так, для разделения знаков русского алфавита на гомоморфные классы достаточно использовать топологические признаки, выделяемые с помощью слежения по внешнему контуру или по центральной оси линии знака [1,5]. В этих работах знак представлялся в виде плоского

на графа, вершины которого выявлялись по излому. Однако явное определение излома в [1,5] отсутствует.

Если точку излома представить как резкое скачкообразное изменение наблюдаемого параметра линии по сравнению с предыдущим, то эти точки можно выделять с помощью прослеживающих движений чувствительного элемента описанной выше модели. Такое определение излома дает возможность включать в описания плоских геометрических фигур не только точки излома, характеризующиеся разветвлением и пересечением нескольких линий, но и точки пересечения двух линий, которые несут значительное количество информации о графических изображениях. Достаточно сказать, что для машинописных цифровых знаков эти признаки оставляют третью часть полного описания.

Таким образом, рассмотренная выше модель пространственного анализатора позволяет производить анализ плоских геометрических объектов, в результате которого исследуемое изображение преобразуется в набор временных сигналов. Особенностью работы модели является зависимость ее функциональных состояний от параметров исследуемого изображения. Это достигается включением цепей обратной связи между блоком анализа и измерения данных и блоком преобразования. Благодаря этому работа модели, как и ее живого прототипа, целиком определяется характером изображения исследуемого объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Гармаш, В. С. Переверзев-Орлов, В. М. Цирлин. О квазитопологическом способе распознавания букв. Изв. АН СССР, ОТН, Энергетика и автоматика, 1960, № 3.
2. В. Д. Глезер. Механизмы опознания зрительных образов. Изд-во «Наука», 1966.
3. А. В. Запорожец, Л. А. Венгер, В. П. Зинченко, А. Г. Ружская. Восприятие и действие. Изд-во «Просвещение», 1967.
4. В. П. Зинченко, Б. Ф. Ломов. О функциях движения руки и глаз в процессе восприятия. «Вопросы психологии», 1960, № 1.
5. В. С. Переверзев-Орлов, В. Г. Поляков. Универсальный автомат для чтения печатного текста. Читающие устройства. Сборник докладов I Всесоюзной конференции по автоматической обработке научно-технической информации. ВИНТИ, М., 1962.
6. А. И. Петренко. Автоматический ввод графиков в электронные вычислительные машины. Изд-во «Энергия», 1968.
7. В. Г. Поляков, В. С. Переверзев-Орлов. Электронные системы следающей развертки. Изд-во «Энергия», 1968.
8. М. С. Шехтер. Психологические проблемы узнавания. Изд-во «Просвещение», 1967.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ МОДЕЛИ ИНЕРЦИИ АЛЛАРА — ЛУИЗОВА НА ПЕРИОДИЧЕСКИЕ МЕЛЬКАНИЯ ЯРКОСТИ

Ю. П. Шабанов-Кушнарченко, Е. Г. Качко

Математическая модель инерции Аллара—Луизова, согласно [1, 2],

$$S(t) = \frac{k}{a} \int_{-\infty}^t B(\tau) e^{-\frac{t-\tau}{a}} d\tau, \quad (1)$$

где $B(t)$ и $S(t)$ — соответственно яркость зрительной картины и светлота зрительного ощущения;

a и k — постоянные коэффициенты.

Справедливость этой модели для одиночной прямоугольной вспышки