

ЛЕКЦИЯ 14

План лекции:

1. Применения распознавания образов в робототехнике.
2. Применения распознавания образов в геофизике.
3. Применения распознавания образов в электрокардиографии.
4. Применения распознавания образов в промышленности.

14.1 Осязание роботов. Общие положения

Многие задачи робототехники, в частности автоматическая сборка изделий, требуют непосредственного физического контакта между объектом и захватывающим узлом робота. Поскольку наличие такого контакта является необходимым условием успешного решения задачи, возникает желание использовать его одновременно и для распознавания объекта, с которым взаимодействует робот, для оценки его параметров: геометрических размеров, ориентации в пространстве, степень шероховатости поверхности.

К настоящему времени приборов и методов для искусственного осязания разработано значительно меньше, чем для искусственного зрения. Однако скорость обработки информации у тактильных датчиков может быть даже более высокой, чем у оптических. Это связано с тем, что в первом случае обрабатывается значительно меньшее количество сигнальных отсчетов, чем при обработке видеосигналов. Тактильные датчики могут решать различные задачи: определение состояния поверхности, распознавание формы контуров и исследование других характеристик объекта путем «ощупывания» его чувствительным элементом. Достоинством тактильных датчиков являются их механическая гибкость, дешевизна, удобство использования, а также линейная зависимость электрического сопротивления от деформации, а, следовательно, и от локальной нагрузки. К областям применения тактильных датчиков можно отнести промышленную робототехнику, телеуправление, в том числе на устройствах, предназначенных для работы в неблагоприятных средах.

14.2 Дистанционное обнаружение в геофизике

Здесь подразумеваются наблюдения за поверхностью земли и других планет – это различные спутники, корабли многоцелевого использования, орбитальные станции и многое другое. Каждая из таких систем выдает огромные потоки информации. Поскольку число потребителей этой информации быстро возрастает, представляется необходимым выполнять автоматическую классификацию наблюдений за минимальное время, согласованное со срочностью запросов. Идеальным считается обработка изображений в реальном масштабе времени и выдача результатов пользователям.

Еще одна область применения – это сейсмология. Сейсмические волны можно наблюдать и записывать в любой точке земной поверхности. Для этого используются сейсмографы – приборы, обладающие чрезвычайно высокой чувствительностью к механическим колебаниям земли. Автоматическое дешифрирование этих записей представляет огромный интерес для понимания явлений, происходящих в толще земной коры. Для описания сейсмических волн была разработана грамматика, реализуемая на детерминированном конечном автомате. С учетом того, что отрезки сигнала имеют одинаковую длительность, среди возможных помех следует учитывать только ошибки подстановки. Для этого каждому грамматическому правилу вида $A \rightarrow aB$ или $A \rightarrow a$ (правила «грамматики без помех») добавляют правила вида $A \rightarrow bB$ и $A \rightarrow b$ с классическими условиями $A, B \in V_n$ и $a, b \in V_t$. Каждое из этих дополнительных правил можно брать с определенным весом, зависящим от ошибки.

Решение состоит в том, чтобы перестановкам между двумя словами придавать веса в соответствии с расстоянием, разделяющим эти классы в выбранном пространстве признаков. При этом операция распознавания оказывается идентичной операции отыскания оптимального пути в древовидном графе, поскольку такое представление может быть связано с любой грамматикой конечных состояний. Эксперименты проводились на массиве, в который входила 321 реализация. Из них 50 использовались в качестве обучающей выборки и как основа для разработки грамматики. В зависимости от числа классов общие результаты показали две величины: процент правильного распознавания и время его выполнения. При числе классов около 10 время выполнения резко возрастает. Если учесть получающийся при этом достаточно высокий процент правильного распознавания, то оказывается, что интуитивный выбор именно этого количества классов вполне оправдан. Результаты можно еще несколько улучшить за счет использования длины отрезка в качестве дополнительного признака. Кроме того, интерес представляет рассмотрение сочетания этой процедуры с системой экспертных оценок.

14.3 Применение в электрокардиографии

Электрокардиография представляет собой один из методов исследования работы сердца, основанный на записи разности электрических потенциалов, возникающей в процессе сердечной деятельности. Схематически сердце может быть представлено в виде электрического диполя переменной длины, зависящей от сердечного ритма. Форма электрического сигнала, изменяющегося во времени, и его амплитуда зависят от точки съема. Типичная осциллограмма ЭКГ-сигнала показана на рис. 1.

Буквы PQRS, предложенные Эйнтховеном, позволяют в удобной форме описывать отдельные особенности этой непрерывной кривой. Периодический

сигнал ЭКГ имеет сравнительно простую структуру, поэтому для его автоматического распознавания была предложена процедура на основе грамматического описания.

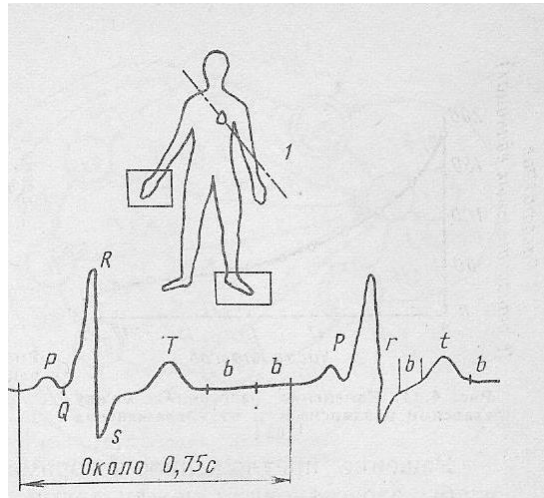


Рис. 1 – Типичная электрокардиограмма, где 1 – электрическая ось сердца

При этом описание ЭКГ составляется из четырех символов – p , r , b , t , каждый из которых соответствует определенному участку кривой на рис. 1. Символ p соответствует волне P , r – RS -переходу, b – относительно плоской части, разделяющей экстремумы S и T (около 0,1 с), t – волне T . Если за начало отсчета принять волну P , то в таких обозначениях нормальная ЭКГ может быть описана последовательностями символов: $prbtb$, $prbtbb$, $prbtbbb$ и т.д.

Синтаксические описания такого вида могут быть получены с использованием грамматики G :

$$G = \{V_t, V_n, P, S\}, V_t = \{p, r, t, b\}, V_n = \{S, A, B, C, D, E, H\},$$

$$P = \{S \rightarrow pA, A \rightarrow rB, B \rightarrow bc, C \rightarrow tD, D \rightarrow b, D \rightarrow bE, E \rightarrow b, E \rightarrow bH, E \rightarrow pA, H \rightarrow b, H \rightarrow bS, H \rightarrow pA\}.$$

Языку, порождаемому этой грамматикой, можно привести в соответствие конечный автомат, схема которого показана на рис. 2. Для того чтобы обнаружить аномальную ЭКГ и отличить ее от нормальной, используют выход «0», если исследуемая ЭКГ соответствует «нормальному» стандарту, и выход «1» в противном случае. Этот выход на рис. 2 соединен с линиями переходов. Такой тип распознающего автомата весьма примитивен: он способен обнаруживать лишь грубые отклонения от нормы. В действительности анализ аномальной ЭКГ представляет собой серьезную задачу, которая выполняется квалифицированными специалистами.

14.4 Промышленное применение

Автоматический контроль деталей в процессе их изготовления – это та задача, для решения которой используются и разрабатываются различные средства обработки информации. Однако внедрение устройств, автоматически измеряющих размеры, состояние поверхности и другие характеристики

предметов в процессе производства, часто сопряжено с немалыми трудностями. Одной из главных задач, возникающих при автоматическом контроле, является задача обучения распознающего устройства.

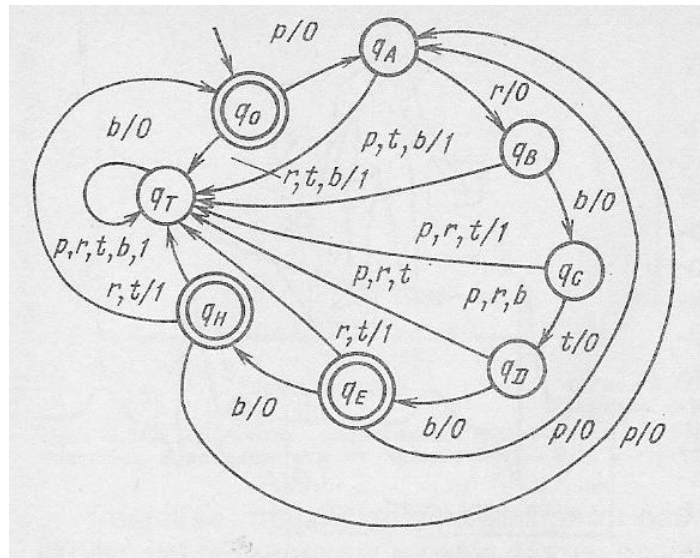


Рис. 2 – Схема автомата для распознавания электрокардиограммы

В процессе изготовления деталей или узлов разнообразие возможных дефектов может быть настолько велико, что составить для машины обучающую выборку, включающую все варианты подлежащих контролю ситуаций, часто представляет собой невыполнимую задачу. Поэтому следует либо создать обучающую выборку на базе ограниченного набора типовых дефектов, требующих идентификации, либо ввести процедуру автоматического обучения, что представляется априори несовместимым со многими промышленными применениями. Однако потребность в таких системах становится все более острой в тех областях, где приходится сталкиваться с многократно повторяющимися операциями или где требуется большая скорость выполнения.

Задачи сборки узлов и механизмов также постепенно передаются роботам. При этом в большинстве случаев собираемые элементы должны быть поданы и ориентированы строго определенным образом. Проверка правильности этого выполняется автоматически с помощью различных датчиков, чаще всего оптических.