

- возможность распространения на другие задачи, не связанные со спектрами.

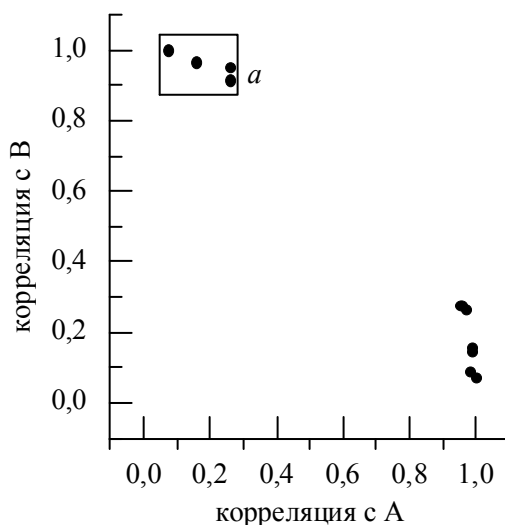


Рис. 3. Диаграмма классификации:
А - Поле, занятое ячменем;
В - ель, молодые охвоенные побеги; а – ель

Области применения разработанного алгоритма:

- сельское и лесное хозяйство (дистанционный мониторинг свойств растительности, заболеваемость, прогноз урожайности и т.д.);
- мониторинг ЧС, загрязнения окружающей среды;
- наблюдения за водными ресурсами.

С помощью алгоритма можно решать следующие задачи: распознавание состояний или типа объектов; классификация и группирование объектов; исследование временных изменений спектральных свойств объектов.

Литература

1. Фор А. Восприятие и распознавание образов / Пер. с франц. А. В. Серединского; Под ред. Г. П. Катыса. М.: Машиностроение, 1989.
2. Интернет-адрес: <http://gis-lab.info/projects/spectra/>.
3. Интернет-адрес: <http://speclib.jpl.nasa.gov/>.

РАСПОЗНАВАНИЕ МЕЛОДИЙ НА БАЗЕ СКРЫТЫХ МАРКОВСКИХ МОДЕЛЕЙ

И. И. Минкевич

ВВЕДЕНИЕ

В данной статье предоставлены результаты распознавания мелодий с использованием СММ (Скрытых Марковских моделей). Теория распо-

знавания мелодии – раздел информатики, развивающий теоретические основы и методы классификации и идентификации сигналов, которые характеризуются конечным набором некоторых признаков. Такие задачи решают для определения плагиата. Обязательным признаком плагиата является присвоение авторства. Неправомерное использование, опубликование, копирование и т. п. произведения, охраняемого авторским правом, само по себе плагиатом не является, если при таком использовании, несмотря на его неправомерность, указывается действительный автор произведения.

Создание искусственных систем распознавания мелодий остается сложной теоретической и технической проблемой. Необходимость в таком распознавании возникает в самых разных областях. В литературе описано множество примеров успешного распознавания конкретных мелодий, которые объединяют техники вычисления специальных музыкальных аспектов мелодий и алгоритмы вычисления СММ [1].

В этой работе описаны результаты сравнительных исследований по распознаванию различных мелодий в пакете «НТК» – инструментарий для построения Скрытых Марковских Моделей (английская аббревиатура «НТК», означает HiddenMarkovModelToolkit, т.е. «инструментарий на базе скрытых Марковских моделей») [2].

1. ОБЩАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ

Обработка сигнала включает следующие основные этапы.

1. Анализ признаков. Спектральный и/или временной анализ музыкального сигнала выполняется для получения векторов наблюдения, которые в дальнейшем используются для обучения СММ, характеризующих различные музыкальные ноты.

2. Система согласования единиц. Изначально необходимо выбрать единицу распознавания мелодии. Для этой цели используем музыкальные такты, в которых содержится несколько нот. Независимость единиц, выбранных для распознавания, и каталог таких единиц должны быть получены через обучение. Система согласования единиц обеспечивает получение оценок правдоподобия всех последовательностей единиц распознавания для неизвестной входной мелодии. Методы наилучшего согласования включают в себя процедуру стекового декодирования, различные формы синхронизации декодирования сегментов мелодии и процедуру маркировки.

3. Декодирование интервалов.

4. Синтаксический анализ. Налагает на систему согласование единиц дополнительные ограничения, для исследования именно тех путей, ко-

торые соответствуют музыкальным единицам, образующим такты (интервалы).

5. Семантический анализ. Проблема выделения из входной мелодии фоновой паузы.

1.1 Распознавание музыкальных тактов

В качестве примера использования скрытых Марковских моделей рассмотрим задачу построения распознавателя музыкальных тактов. Предположим, что имеется список из V музыкальных фраз, который нужно распознать, и что каждый музыкальный такт нужно моделировать отдельной СММ. Предположим также, что для каждого музыкального такта из нашего списка имеется некоторое обучающее множество, состоящее из K релаксаций каждого музыкального такта. Каждая релаксация музыкального такта представляет собой последовательность наблюдений, а сами эти наблюдения являются некоторым подходящим представлением характеристик данной музыкального такта. Для того, чтобы осуществить распознавание музыкальных тактов, необходимо выполнить следующие шаги:

1. Для каждого музыкального такта v списка необходимо построить СММ λ , т.е. требуется определить значение параметров модели, которые оптимизируют правдоподобие вектора наблюдения обучающей последовательности для v -ого музыкального такта.

2. Для каждого неизвестного музыкального такта, подлежащей распознаванию, выполняется обработка, схематически показанная на рисунке 1, а именно: изменение последовательности наблюдений $O = \{O_1 O_2 \dots O_T\}$ посредством анализа признаков музыкального интервала, соответствующей музыкальному такту; вычисление вероятностей правдоподобия всех возможных моделей $P(O | \lambda^v)$, $1 \leq v \leq V$; и выбор музыкального такта, вероятность правдоподобия модели которой наибольшая, т.е.

$$v^* = \operatorname{argmax} [P(O | \lambda^v)], \quad (1)$$

Эти вероятности обычно вычисляются с помощью алгоритмов Витерби, что требует выполнения порядка $V * N^2 * T$ вычислений. Для списка умеренного объема, например с $V=100$ числом состояний у моделей $N=5$ и числом наблюдений для данного неизвестного музыкальной такта $T=40$, для выполнения распознавания потребуется 10^5 вычислений, где каждое вычисление подразумевает выполнение операции умножения, операции сложения и операции вычисления плотности наблюдений $b(O)$. Ясно, что такое количество вычислений далеко от тех возможно-

стей, которыми располагают современные процессы, предназначенные для обработки сигналов.

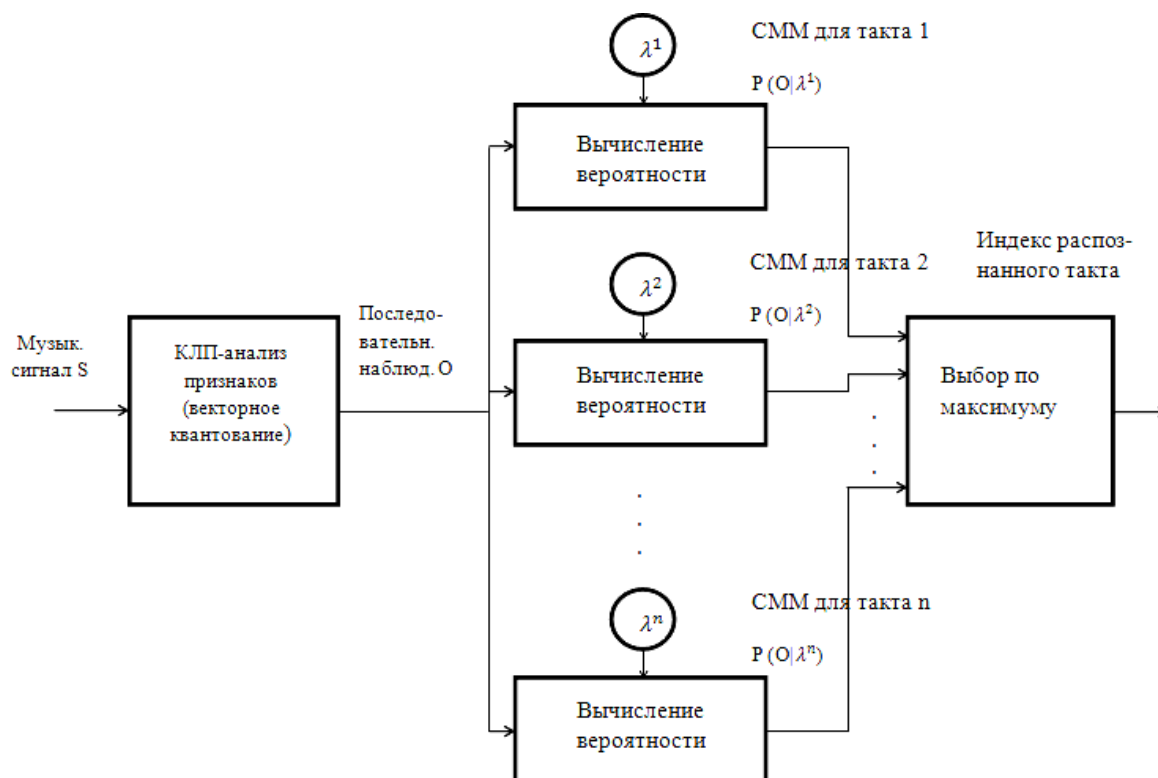


Рис. 1. Блок-схема распознавателя музыкальных тактов на основе СММ

Для проведения экспериментальных исследований использована реализация СММ на базе пакета НТК. На синтезаторе было наиграно 20 мелодий. На первом этапе получили словарь. Чтобы обучить СММ, каждый файл обучающих данных должен иметь соответствующую транскрипцию на такты. В результате всей поэтапно проведенной работы была получена обученная СММ, пригодная для систем распознавая тактов, из которых состоят мелодии. После обучения программы, была проведена серия экспериментов по распознаванию мелодий. Результаты показали, что в пакете НТК распознанные мелодии составляют 64–67% от всех проигранных мелодий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан и реализован модуль преобразования музыкального сигнала в текстовую строку, в основу работы которого положена технология распознавания мелодии на основе СММ.

Кроме того, следует отметить, что разработанная система, во-первых, предоставляет возможность для расширения набора тактов управления на основе разработанной грамматики и расширение словаря мелодий,

распознаваемых модулем распознавания мелодии. Во-вторых, система может с небольшими преобразованиями быть использованной для определения музыкального плагиата.

Ранее пакет НТК использовался для распознавания речи [2]. Релевантность распознавания слов достигала 80%. В нашем случае, этот процент более низкий.

Такой процент распознавания обусловлен посторонними шумами и характеристиками звукозаписывающей аппаратуры.

Литература

1. A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition. *Rabiner, L.* б.м.: IEEE Press, 1988.
2. The HTK Book (for HTK Version 3.4). *Young, S., Evermann, G., Gales, M., Hain, T., Kershaw, D., Liu, X., Moore, G., Odell, J. Ollason, D., Valtchev, V., Woodland, P.* 2006.
3. *Baldrige Jason.* Lexically Specified Derivational Control in Combinatory Categorical Grammar. Edinburgh: б.н., 2002.
4. *Baum L.*: An inequality with applications to statistical estimation for probabilistic functions of a Markov process and to a model for ecology/ pp.360-363. Bull Amer. Meteorol Sac. 1969.
5. *Baum L.* Statistical inference for probabilistic functions of nite state Markov chains / Baum L. E., Petrie T., Ann. Math. Stat. Vol. 37. P. 1554–1563. 1960.
6. *Viterbi A.* Error bounds for convolutional codes and an asymptotically optimal decoding algorithm / IEEE Trans. Informat. Theory. P. 260–269. 1967.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ШИФРАЦИИ НА БАЗЕ RISC МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ NEC V850

А. В. Пильгун, П. П. Коржуков

ВВЕДЕНИЕ

Для предотвращения несанкционированного доступа уже давно используются криптографически защищенные каналы связи. С этой целью был разработан ряд практических систем шифрации. Эти системы тщательно протестированы и гарантируют потребителю заданную криптостойкость. Системы открытые, опубликованы, имеют своих последователей и доступные программные и аппаратные реализации.

Однако эти системы являются универсальными и в каждом конкретном случае их необходимо адаптировать для уменьшения стоимости и повышения эффективности.

Вычислительные ресурсы даже простого человека достигли значительных высот, что делает возможным совершать все более крупные атаки. Это подталкивает совершенствовать и технические методы защи-