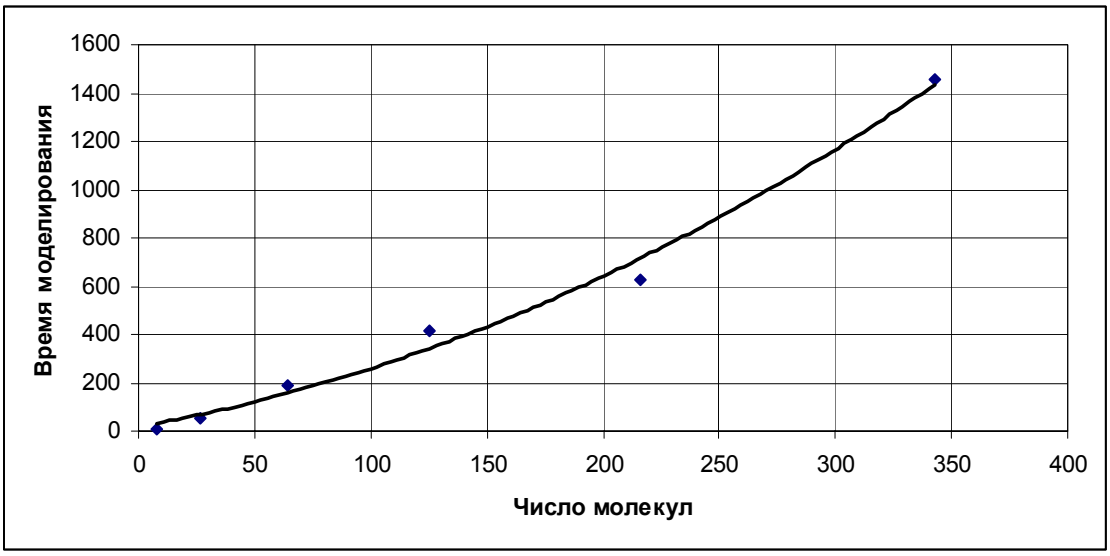

Рис. 1. Зависимость времени моделирования (в секундах) от числа молекул.
Точки – значения, полученные экспериментально, сплошная линия – аппроксимация

Таким образом, в данной работе рассмотрен метод моделирования взаимодействия частиц в системах с многоатомными молекулами и один из возможных вариантов его параллельной реализации.

Литература

1. *Rapaport D. C.* The art of molecular dynamics simulation. Cambridge. 2004.
2. *Гулд Х., Тобочник Я.* Компьютерное моделирование в физике. М., 1990.
3. *Care C. M., Cleaver D. J.* Computer simulation of liquid crystals // IOP Publishing Ltd. 2005. P. 2665–2683.
4. *Хацук Е. И.* Построение системы распределенного моделирования динамических процессов в молекулярных системах // Сбор. работ 65-й науч. конф. студ. и асп. БГУ. Минск, 13 – 16 мая 2008 г. В трех частях. Ч. 2. С. 164–167.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОИСКА КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ В СЛИТНОЙ РЕЧИ НА ОСНОВЕ СКРЫТЫХ МАРКОВСКИХ МОДЕЛЕЙ

А. В. Ткаченя

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОИСКА КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ

Разработка методов поиска ключевых слов в слитной речи представляет особый интерес, так как в последнее время количество решаемых задач на основе поиска ключевых слов многократно возросло.

Для обработки речевого сигнала в начале необходимо получить его вектор признаков. В разрабатываемых системах используется вектор признаков, состоящий из 39 коэффициентов (13 кепстральных, 13 дельта и 13 перегрузочных коэффициентов). Размер окна, на котором определя-

ется один вектор признаков, равен 25 миллисекунд. К этому окну применяется весовая функция Хэмминга с порядком фильтра 26. Расстояние между окнами выборок для соседних векторов признаков составляет 10 миллисекунд.

Первым шагом в задаче обучения скрытых Марковских моделей (СММ) является задание прототипа модели [1]. Для фонемных систем хорошо подходит лево-правая топология из 3 состояний с Гауссовым распределением вероятностей матрицы наблюдений.

Для каждого нового акустического состояния (монофон или трифон) строится отдельная СММ. При построении монофонной акустической модели необходимо представить все слова из словаря в виде последовательности монофонов. Для трифонной модели – монофны, из которых состоят слова, объединяются в тройки. В трифонной акустической модели со связанными состояниями (ТСС), трифоны со схожими векторами признаков заменяются одним общим акустическим состоянием. Для каждой акустической модели, в процессе обучения СММ уточняются ее вектора признаков для всех акустических состояний.

ЭКСПЕРИМЕНТ

Все разрабатываемые системы реализуются на основе программного пакета HTK [2]. Для исследования характеристик методов поиска ключевых слов в слитной речи, был проведен эксперимент по распознаванию последовательностей цифр в потоке слитной речи. В качестве критерия достоверности будем использовать величину апостериорной вероятности гипотезы о распознанном слове [3]. А именно, зададим порог для апостериорной вероятности гипотезы о распознанном слове, и если для слова эта величина превышает значение порога, то слово считается распознанным правильно, в противном случае – неправильно. При сохранении результатов, правильно распознанные слова записываются своими именами, взятыми из словаря, а неправильные как «UNKNOWN».

Используемая база данных состоит из 53 дикторов (18 женщин и 35 мужчин). В начало и конец каждого речевого файла были добавлены участки тишины, продолжительностью 0,3 секунды.

Обучающие данные представляют собой отдельные цифры или их последовательности. Для каждого обучающего файла известна его транскрипция по словам.

Проверочные данные представляют собой отдельные цифры или их последовательности вперемешку со спонтанной речью. Транскрипция по словам для проверочных файлов задается следующим образом, для цифр записываются их имена, взятые из словаря, а все остальные слова записываются как «UNKNOWN». Эффективность поиска ключевых слов оп-

ределяется путем сравнения транскрипции проверочных данных с транскрипцией результатов распознавания слитной речи.

Модель языка для разрабатываемых систем априорно задана и представляет собой циклический граф, состоящий из цифр от 0 до 9. Словари для разрабатываемых систем были построены на основе латинских букв. Наборы акустических состояний для разрабатываемых систем приведены в табл. 1, 2, 3.

Таблица 1

Набор акустических состояний для монофонной акустической модели

Слово	Транскрипция слова на фонемы	Новые фонемы
Один	a | d' | i | n	a, d', i, n
Два	d | v | a	d, v
Три	t | r' | i	t, r'
Четыре	ch' | e | t | i | r' | e	ch', e
Пять	p' | ya | t'	p', ya
Шесть	sh' | e | s' | t'	sh', s'
Семь	s' | e | m'	m'
Восемь	v | o | s' | e | m'	o
Девять	d' | e | v' | ya | t'	v'
Ноль	n | o | l'	l'
Общее количество акустических состояний		18

Таблица 2

Набор акустических состояний для трифонной акустической модели

Слово	Транскрипция слова на фонемы	Новые фонемы
Один	a+d' | a-d'+i | d'-i+n | i-n	-//-
Два	d+v | d-v+a | v-a	-//-
Три	t+r' | t-r'+i | r'-i	-//-
Четыре	ch'+e | ch'-e+t | e-t+i | t-i+r' | i-r'+e | r'-e	-//-
Пять	p'+ya | p'-ya+t' | ya-t'	-//-
Шесть	sh'+e | sh'-e+s' | e-s'+t' | s'-t'	-//-
Семь	s'+e | s'-e+m' | e-m'	-//-
Восемь	v+o | v-o+s' | o-s'+e | s'-e+m' | e-m'	v+o | v-o+s' | o-s'+e
Девять	d'+e | d'-e+v' | e-v'+ya | v'-ya+t' | ya-t'	-//-
Ноль	n+o | n-o+l' | o-l'	-//-
Общее количество акустических состояний		37

Таблица 3

Набор акустических состояний для акустической модели ТСС

Слово	Транскрипция слова на фонемы	Новые фонемы
Один	a+d' | a-d'+i | d'-i+n | i-n	a+d' | a-d'+i | d'-i+n | i-n
Два	d+v | d-v+a | a+d'	d+v | d-v+a
Три	t+r' | t-r'+i | d'-i+n	t+r' | t-r'+i
Четыре	ch'+e | ch'-e+t | t+r' | d'-i+n | i-r'+e | ch'-e+t	ch'+e | ch'-e+t | i-r'+e
Пять	p'+ya | p'-ya+t' | ya-t'	p'+ya | p'-ya+t' | ya-t'

Продолжение таблицы 3

Шесть	sh'+e | ch'-e+t | e-s+t' | ya-t'	sh'+e | e-s+t'
Семь	s'+e | ch'-e+t' | e-m'	s'+e | e-m'
Восемь	v+o | v-o+s' | s'+e | ch'-e+t' | e-m'	v+o | v-o+s' | o-s'+e
Девять	d'+e | ch'-e+t | e-v'+ya | p'-ya+t' | ya-t'	d'+e | e-v'+ya
Ноль	n+o | v-o+s' | o-l'	n+o | o-l'
Общее количество акустических состояний		25

ВЫВОДЫ

Полученные системы поиска ключевых слов в слитной речи дали следующие результаты:

Таблица 4

Эффективность распознавания полученных систем

Тип акустической модели	Эффективность поиска ключевых слов (%)			
	N=5	N=15	N=25	N=50
Монофонная	43	57	64	70
Трифонная	25	54	72	84
ТСС	49	65	79	83

где N – это количество обучающих данных для каждого слова.

Результаты в табл. 4 приведены для оптимального порога критерия достоверности, при других значениях этого параметра эффективность систем снижается.

Из результатов эксперимента видно, что система поиска ключевых слов в слитной речи, на основе монофонной акустической модели, дает самую низкую эффективность распознавания. Это объясняется тем, что данная система не является контекстно-зависимой и поэтому не учитывает акустические особенности слитной речи.

Эффективность системы поиска ключевых слов, на основе трифонной акустической модели, сильно изменяется в зависимости от количества обучающих данных. Это обусловлено тем, что в этой системе практически каждому трифону соответствует свое отдельное акустическое состояние. При нехватке обучающих данных, это приводит к чрезмерной адаптации модели, что существенно снижает эффективность распознавания в дикторонезависимых системах.

Как видно из табл. 4, система поиска ключевых слов в слитной речи, на основе трифонной акустической модели со связанными состояниями, дает самые хорошие результаты распознавания, так как при ее создании были учтены недостатки вышеприведенных систем. А именно, она является контекстно-зависимой, что повышает эффективность распознавания слитной речи, и ее акустические состояния связаны, что позволяет избежать проблемы нехватки обучающих данных.

Литература

1. *Rabiner L.* A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition // IEEE Press. 1988. С. 257–286.
2. *Young S., Evermann G., Gales M., Hain T., Kershaw D., Liu X., Moore G., Odell J., Ollason D., Valtchev V.* / The HTK Book (for HTK Version 3.4). 2006.
3. *Wessel F., Schluter R., Macherey K., Ney H.* Confidence Measures for Large Vocabulary Continuous Speech Recognition // IEEE Transactions on Speech and Audio Processing. 2001. Вып. 3. гл. 9.

СОЗДАНИЕ ЦЕНТРА АУТЕНТИФИКАЦИИ И АВТОРИЗАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В ГРИД-СЕТЯХ НА ОСНОВЕ ПАКЕТА UNICORE

Р. М. Томашевский, Н. В. Серикова

ВВЕДЕНИЕ

ГРИД – согласованная, открытая и стандартизованная среда, которая обеспечивает гибкое, безопасное, скоординированное разделение ресурсов в рамках виртуальной организации.

На основе технологии ГРИД осуществляется интегрирование региональных и даже национальных вычислительных компьютерных центров для создания объединенных интернациональных ресурсов, предназначенных для решения крупных научно-технических задач. В ГРИД предполагается интегрирование больших объемов географически удаленных компьютерных ресурсов.

Наряду с проблемой объединения компьютеров в единую ГРИД-сеть, существуют проблемы обеспечения информационной безопасности при использовании ГРИД-сетей, разнесенных на большие расстояния. Становится острым вопрос обеспечения конфиденциальности и целостности данных [1]. Необходимо также решать вопросы аутентификации и авторизации пользователей для выделения им полномочий на использование ресурсов других университетов и организаций. Решением этих вопросов является создание центра выдачи сертификатов, который будет являться гарантом соблюдения правил информационной безопасности.

UNICORE – ОСНОВА ПОСТРОЕНИЯ ГРИД-СЕТИ ФАКУЛЬТЕТА РАДИОФИЗИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ

Для создания ГРИД-сети факультета радиофизики и электроники использовался программный пакет промежуточного уровня UNICORE [2]. UNICORE – одна из немногих оригинальных платформ, которая не использовала Globus Toolkit [3].