Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии

По материалам ежегодной международной конференции «Диалог» (2017)

Выпуск 16

Том 2 из 2
Компьютерная лингвистика:
лингвистические исследования

Computational Linguistics and Intellectual Technologies

Papers from the Annual International Conference "Dialogue" (2017)

Issue 16

Volume 2 of 2
Computational Linguistics: Linguistic Research

УДК 80/81; 004
ББК 81.1
К63

Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: По материалам ежегодной международной конференции «Диалог» (Москва, 31 мая — 3 июня 2017 г.). Вып. 16 (23): В 2 т. Т. 2 — М.: Изд-во РГГУ, 2017.

Сборник включает 71 доклад международной конференции по компьютерной лингвистике и интеллектуальным технологиям «Диалог 2017», представляющих широкий спектр теоретических и прикладных исследований в области описания естественного языка, моделирования языковых процессов, создания практически применимых компьютерных лингвистических технологий.

Для специалистов в области теоретической и прикладной лингвистики и интеллектуальных технологий.

КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ ИНТОНАЦИОННЫМ КОНСТРУКЦИЯМ РУССКОЙ РЕЧИ

Лобанов Б. М. (Lobanov@newman.bas-net.by),
Житко В. А. (zhitko.vladimir@gmail.com),
Харламов А. А. (kharlamov@analyst.ru)

Объединённый институт проблем информатики
НАН Беларуси, Минск, Беларусь

A COMPUTER SYSTEM OF TEACHING INTONATION PATTERNS OF RUSSIAN SPEECH

Lobanov B. M. (Lobanov@newman.bas-net.by),
Zhitko V. A. (zhitko.vladimir@gmail.com),
Kharlamov A. A. (kharlamov@analyst.ru)

United Institute of Informatics Problems NAS Belarus, Minsk, Belarus

A software system is presented which is designed to train learners in producing the basic intonation patterns of Russian speech. The system is based on comparing the melodic portraits of a reference sentence and a sentence pronounced by the learner and involves active interaction of the learner with the system. While parametric representation of intonation features of the speech signal faces fundamental difficulties, the paper shows how they can be overcome. The basic algorithms of analyzing and comparing intonation features, used in the proposed learning system, are presented. The features of the acoustic database composed of reference sentences and used in the learning system are presented. The set of reference sentences represents intonation patterns of Russian speech (IP1 to IP7) and their basic varieties. The system's interface is presented and the results of system operation are illustrated.

Keywords: Speech intonation, speech analysis and generation, melodic portrait, systems of analysis and assessment of intonation, learning system, Russian intonation, Russian as the second language

Введение

Интонация играет важную роль при восприятии речи человеком. С помощью интонации определяется коммуникативная направленность высказывания, логический смысл, осуществляется вычленение семантически связанных отрезков речи и объединение речевых элементов внутри этих отрезков. Зачастую в зависимости от интонационного оформления логически идентичные высказывания могут иметь различное семантическое значение.

Интонация представляет собой важнейшее средство передачи как собственно языковой, так и социокультурной информации. В практике преподавания существует мнение, что иноязычный акцент особенно ярко проявляется в интонации, поэтому при обучении и преподавании иностранных языков ей следует уделять особенное внимание. Интонационный акцент часто возникает вследствие контакта различных языковых систем, например, при билингвизме, как результат языковой интерференции. Следует иметь в виду, что функции интонации в речи столь многообразны, что нарушения в этой области могут привести к серьезным смысловым изменениям, а также создать неверное впечатление о говорящем человеке.

Правильность воспроизведения интонации при говорении и адекватность её восприятия при слушании с *трудном поддаётся самоконтролю* учащимся (особенно, при отсутствии музыкального слуха). Существующее лингафонные курсы и оборудование обеспечивают только *СЛУХОВУЮ обратную связь* контроля правильности интонирования речи, что явно *недостаточно*.

Настоящая работа посвящена описанию прогресса в создании компьютерного тренажёра, обеспечивающего дополнительную *ВИЗУАЛЬНУЮ обратную связь,* а также *количественную ОЦЕНКУ* правильности интонирования русской речи в процессе обучения русскому языку как иностранному (РКИ).

В мировой практике освоение языка с помощью компьютера (Computer Assisted Language Learning — CALL) является широко распространённой междисциплинарной областью, которая включает также подобласть обучения произношению на иностранных языках с использованием речевых технологий [Catia Cucchiarini, 2008]. Появилось также описание компьютерных систем, предназначенных для обучения различным аспектам просодики английской речи, в том числе — интонации [Sixuan Zhao, 2010].

Для создания описываемой ниже компьютерной системы обучения ИК русской речи потребовалось решение ряда принципиальных проблем, к которым относятся:

1. ***Адекватное сопоставление произносимого и эталонного сигналов при условии наличия взаимной временной деформации и заранее неизвестного начала и конца произносимого сигнала.***
   Решение этой проблемы стало возможным благодаря разработанному ранее [Lobanov, 1997] методу текущего динамического сопоставления (ТДС) двух сигналов. Его использование обеспечивает автоматическое определение конца и начала произнесённой фразы в процессе её сопоставления с эталонной фразой.

2. ***Сегментация анализируемого сигнала на участки, для которых понятие ЧОТ имеет смысл с точки зрения формирования интонационного контура фразы в целом: участки гласных и большинства сонорных согласных.***

Эта проблема решается путём нелинейного переноса сегментных меток с предварительно размеченной эталонной фразы на произнесённую фразу с использованием предложенной ранее технологии клонирования просодических характеристик речи [Lobanov, 2008]

3. ***Высокоточное вычисление частоты основного тона (ЧОТ) произносимого и эталонного сигналов без подстройки для мужских и женских голосов в широком диапазоне ЧОТ — F0 = {40–1000 Гц}.***
   Задача решается путём использования известных методов выделения ЧОТ речевого сигнала. Успешному решению данной проблемы посвящено большое число работ (см. например, [Shimamura, 2001]).

4. ***Интерполяция значений ЧОТ на тех участках, для которых определение ЧОТ является некорректным, т.е. на участках большинства согласных звуков.***
   Эта задача решается путём использования известных математических формул интерполяции, определяющих способ нахождения промежуточных значений по имеющемуся дискретному набору известных значений.

5. ***Вычисление меры подобия интонационных характеристик произнесённой и эталонной фраз в условиях их различной длительности и различных диапазонах ЧОТ.***
   Эта задача решается путём использования представления интонационной кривой в виде **Универсального (унифицированного) Мелодического Портрета (УМП)**, подробно описываемого ниже в 1-м разделе. Собственно расчёт меры подобия двух УМП осуществляется по известным формулам путём вычисления выборочного коэффициента корреляции, либо через векторное расстояние между кривыми.

Данная работа посвящена описанию разработанной компьютерной системы, ориентированной на начальное обучение РКИ в рамках освоения учащимися интонационных конструкций русской речи. Понятие *интонационных конструкций* (*ИК1 — ИК7*), предложено в 1960-х гг. [Bryzgunova, 1968] и эффективно используется во многих современных методических пособиях по обучению РКИ [Odintsova, 2011].

Работа построена следующим образом.

В *первом* разделе приводятся основные сведения об используемой модели для описания интонационной структуры речи.

Во *втором* разделе описывается акустическая база данных эталонных фраз, положенная в основу обучающей системы.

В *третьем* разделе приводится структурная схема разработанной компьютерной обучающей системы.

В *четвёртом* разделе описываются особенности программной реализации и интерфейс системы.

В *заключении* перечисляются проблемы, успешное решение которых легло в основу описанной системы, а также перечислены примеры возможных практических приложений.

1. Интонационная модель

В соответствии с предложенной в [Lobanov, 2007] ПАЕ-моделью, минимальной просодическим компонентом, из которого составляется интонация фразы, является Акцентная Единица (АЕ). АЕ может состоять из одного или более фонетических слов, причём одно из них должно иметь в своём составе полноударный (ядерный) слог. Каждая АЕ, в свою очередь, состоит из ядра (полноударная гласная фонема), предъядра (все фонемы, предшествующие полноударной гласной) и заядра (все фонемы за полноударной гласной). ПАЕ-модель предполагает, что для определенного типа интонации топологические свойства мелодического контура АЕ не зависят от количественного и качественного содержания предъядра, ядра и заядра.

В [Lobanov, 2014)] показано, что ПАЕ-модель обеспечивает наглядное представление интонационных конструкций русской речи (ИК1 — ИК7) — в виде набора их Универсальных (унифицированных) Мелодических Портретов (УМП) в нормированных координатах «***Частота — Время***». Нормализация по времени осуществляется путём приведения к стандартной длине элементов АЕ: предъядерных, ядерных и заядерных участков. Этот вид нормализации устраняет различия мелодической кривой, связанные с количественным составом предядерных и заядерных участков АЕ.

Для нормализации по частоте определяются минимальное ($F_{0\ min}$) и максимальное ($F_{0\ max}$) значения частоты основного тона — F_0 для всего ансамбля мелодических кривых {ИК$_i$} в произнесении данного диктора. Нормализация осуществляется в соответствии с формулой: $F_0^N = (F_0 - F_{0\ min}) / (F_{0\ max} - F_{0\ min})$. Этот вид нормализации устраняет различия мелодической кривой, связанные с индивидуальными дикторскими различиями в высоте голоса. В то же время величина $D = [(F_{0\ max} / F_{0\ min}) - 1]$, выраженная в октавной шкале, может быть использована для оценки диапазона изменения ЧОТ, характеризующего данную ИК — *(широкий-средний-узкий)*.

Таким образом, нормированное пространство для отображения УМП ИК$_i$ может быть представлено в виде прямоугольника с координатными осями (T_N, F_0^N), как это представлено на схематическом рисунке 1. При этом интервалам на оси абсцисс соответствуют: [0–1/3] — предъядро, [1/3–2/3] — ядро, [2/3–1] — заядро. Интервалам на

оси ординат соответствуют: [0–1/3] — низкий уровень тона, [1/3–2/3] — средний, [2/3–1] — высокий. Такое представление обеспечивает основное внимание к особенностям формы кривой ЧОТ на ядре при меньшем внимании на количественные и качественные состав пред- и за-ядра. В рамках УМП предоставляется возможным достаточно строго описывать мелодическую кривую, пользуясь широко распространёнными терминами:

- «*низкий-средний-высокий*» для уровня тона и
- «*восходящий-ровный-нисходящий*» для направления движения на каждом из участков УМП,
- «*широкий-средний-узкий*» для диапазона изменения ЧОТ на всех участках в целом.

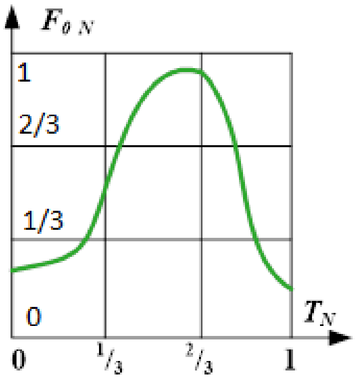

Рис. 1. Общий вид УМП ИК

В [Lobanov, 2015)] описан положительный опыт создания мелодических портретов сложных повествовательных предложений русской речи с использованием ПАЕ-модели и УМП, а в [Lobanov, 2016)] показано, что представление интонации в виде УМП позволяет выявить характерные различия при сравнении мелодических портретов английских и русских фраз диалоговой речи.

2. Акустическая база данных

В качестве акустической базы данных эталонных ИК используются образцы фраз, произносимых мужским и женским голосами, содержащихся в мультимедийном учебнике РКИ [Odintsova, 2011]. В используемой БД присутствуют по 4–5 эталонных образцов для каждой из интонационных конструкций (ИК1 — ИК7), а также несколько образцов диалоговой речи и отрывок прозы в дикторском прочтении. Кроме того, в дополнение к наиболее употребительным образцам в состав БД включены примеры различного вида употреблений каждой из ИК, начитанные профессиональным русскоязычным диктором. В качестве примера в таблицах 1–3 приведены тексты фраз, в которых реализуются различные способы употребления ИК1, ИК2, ИК3. Выбранные фразы — одноакцентные. Знаком (+) обозначены ядерные гласные фраз.

Таблица 1. Примеры употребления ИК 1

№	Употребление	Примеры
1	Конец простого предложения	*На горизонте появилось о+блако.* *Наконец пришёл сто+рож.*
2	Нейтральный ответ	*— Приеду завтра у+тром.* *— А печь уже прото+плена.*
3	Часть предложения	*Потом зашла санита+рка, чтобы погре+ться* *Они отъе+хали, и стрельба прекрати+лась*
4	Название — объявление	*Фабрика номер де+сять.* *Куплю персидский ковё+р.*
5	Желание — совет	*Хотелось бы поговори+ть с вами.* *Советую Вам не заде+рживаться.*

Таблица 2. Примеры употребления ИК 2

№	Употребление	Примеры
1	С вопросительным словом	*О ко+м ты плачешь?* *Когда+ отправляемся?*
2	Альтернативный вопрос	*Иванов или Пота+пов?* *Занятия будут или не бу+дут?*
3	Вопрос-уточнение	*Ты смо+жешь придти?* *В пя+тницу придёшь?*
4	Вопрос-удивление	*Неужели пра+вда?* *Что за шу+м такой?*
5	Выделение слова	*Маши+на вчера сломалась!* *Машина вчера+ сломалась!*
6	Обращение	*Дорогой Иван Петро+вич!* *Господа+ присяжные!*
7	Приветствие — прощание	*Здра+вствуйте товарищи!* *Проща+й Одесса!*
8	Выражение вежливости	*Пожа+луйста не сердитесь!* *Прости+те меня!*
9	Требование — побуждение	*Проходи+те! не заде+рживайтесь!* *Молча+ть! шагом ма+рш!*
10	Положительная оценка	*Это здо+рово!* *Замеча+тельная идея!*
11	С частицей ВОТ	*Во+т вам за это!* *Во+т ваши книги!*
12	С усилительными частицами	*Даже Ва+ня пришёл!* *Хоть бы ве+тер стих!*
13	С местоименными словами	*Такой ве+чер!* *Ведь это здо+рово!*

Таблица 3. Примеры употребления ИК 3

№	Употребление	Примеры
1	Общий вопрос	— *Вы вчера бы+ли в городе?* — *Вы вчера были в го+роде?*
2	Однословный переспрос	— *Куда+? На пра+ктику?* — *Отку+да? Из институ+та?*
3	Повторение вопроса	— *Где я гуля+ла? В парке.* — *Приехал ли Са+ша? Не знаю.*
4	Просьба-вопрос	*Дава+й я тебе помогу?* *Мо+жно я пойду в кино?*
5	Альтернативный вопрос	*Ивано+в или Потапов?* *Занятия бу+дут или не будут?*
6	Вопрос-удивление	— *Неуже+ли Наташа?* — *Разве это Ната+ша?*
7	Вопрос-уточнение	*Ты приедешь по+ездом?* *Голова+ заболела?*
8	Волеизъявление-просьба	— *Закро+йте дверь!* — *Прошу не опа+здывать!*
9	Выражение оценки	*Она такая у+мница!* *Как здесь краси+во!*
10	Незавершенность 1-го вида	*На полу лежала су+мка, забытая кем-то.* *Это была служа+нка, ставшая хозяйкой.*
11	Незавершенность 2-го вида	*Трещит ого+нь, стук посу+ды и ужин готов.* *Все вста+ли, помолча+ли и приступили к трапезе.*

В соответствии с рекомендациями, приведенными в учебнике РКИ [Odintsova, 2011], аналогичные таблицы составлены для остальных ИК4 — ИК7.

Акустические сигналы, реализующие каждую из эталонных фраз, размечены путём указания границ каждой из входящих в неё гласных и сонорных с указанием их функционального значения во фразе: ***предъядра, ядра, заядра***. На рис. 2 приведен пример такого рода разметки для двух различных фраз. Знаком (+) отмечены ядерные гласные.

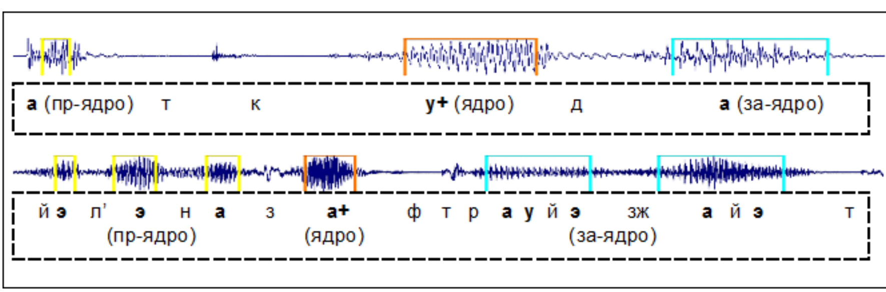

Рис. 2. Пример разметки сигнала фразы «*Отку+да?*» (вверху) и фразы «*Елена за+втра уезжает?*» (внизу)

3. Структурная схема компьютерной обучающей системы

На рисунке 3 приведена структурная схема компьютерной обучающей системы. Назначение системы — предоставить учащемуся возможность компактного и наглядного отображения результатов анализа мелодического и энергетического контуров эталонных фраз с различными ИК, а также получить численную оценку качества обучения интонации речи путём сопоставления контура произносимой фразы с эталонным контуром.

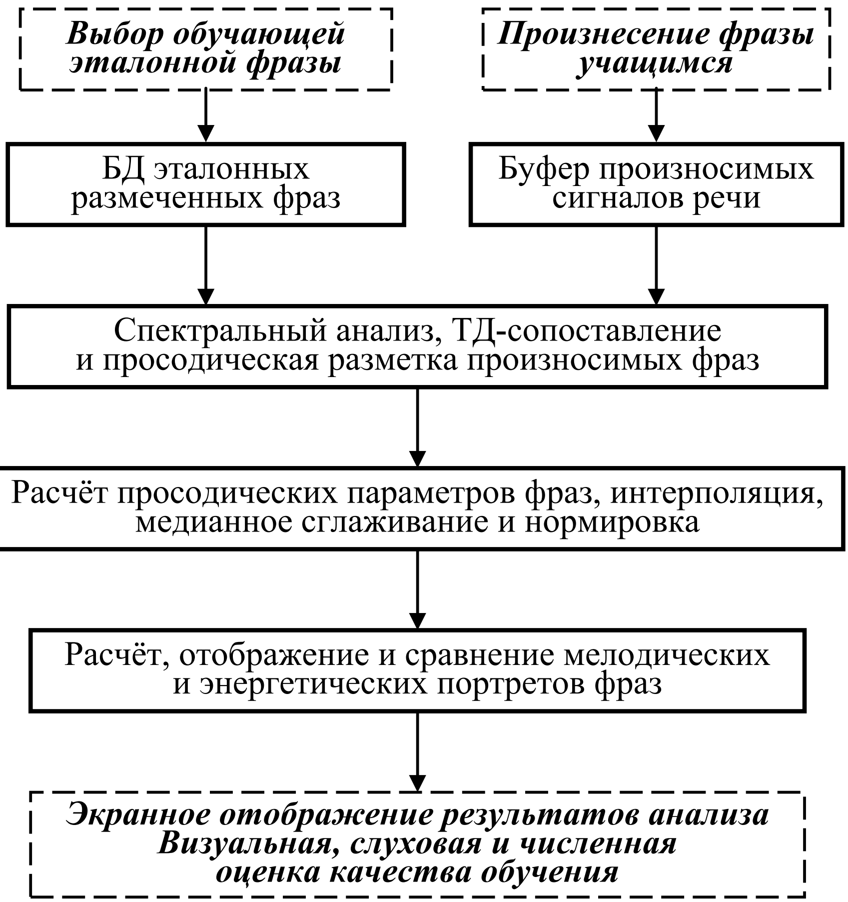

Рис. 3. Структурная схема компьютерной системы обучения интонации речи

В БД эталонов хранятся образцы фраз различных ИК и примеры их употребления. Для каждой из эталонных фраз проводится предварительная просодическая разметка, включающая указание фразовых (синтагматических) границ, а также положение ядерных, предъядерных и заядерных гласных во фразе. Учащийся, в соответствии с предлагаемой методикой обучения интонационным навыкам, выбирает нужные фразы, прослушивает их и затем произносит их. При этом осуществляется запись речевого сигнала в буфер, а затем производится описываемая ниже обработка эталонного и произнесённого сигналов.

Эталонный и произнесённый сигналы подвергаются спектральному анализу, затем с использованием модифицированного метода динамического программирования осуществляется их сопоставление, перенос просодических меток и разметка произносимых фраз. Далее производится расчёт просодических параметров фраз — частоты основного тона F_0 и энергии сигнала A_0. Над этими параметрами осуществляется операции интерполяции на не голосовых участках, медианное сглаживание и их нормировка.

На рисунке 4 представлена иллюстрация произнесённой 2-х акцентной вопросительной фразы: «*А Са+ша кушал ка+шу*?»: её осциллограмма, спектр и пример обработки частоты основного тона — F_0, в результате которой получается искомая непрерывная мелодическая кривая фразы F_0 (t). Аналогичная обработка осуществляется для получения энергетической кривой A_0 (t). Полученные кривые F_0 (t) и A_0 (t) являются основой для построения мелодического и энергетического портретов фразы.

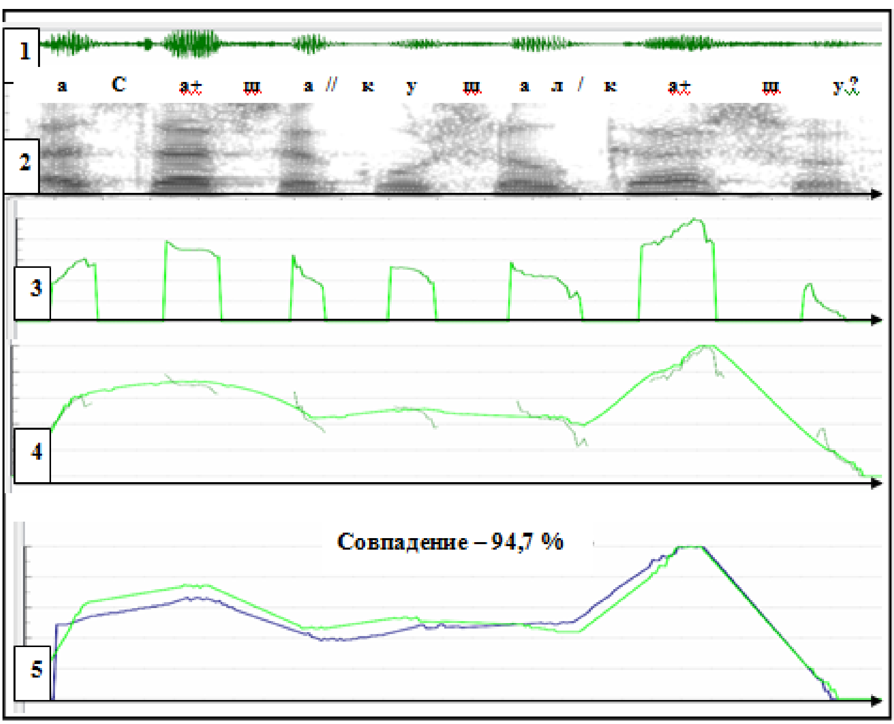

Рис. 4*.* Иллюстрация обработки сигналов речи:
1 — осциллограмма, 2 — спектр, 3 — F_0 (до обработки),
4 — F_0 (после интерполяции и медианного сглаживания), 5 — сравнение мелодических кривых F_0(t) эталонной и произнесённой фразы

4. Программная реализация и интерфейс прототипа системы

Прототип системы (***IntonTrainer***) реализован в виде отдельного приложения под ОС Windows (XP, 7, 8, 10) и Linux (Debian, Ubuntu). В реализации используется библиотека Qt для реализации отладочного пользовательского интерфейса и ядра приложения, и библиотека MathGL для вывода графиков. Для реализации основного пользовательского интерфейса используется приложение, написанное на HTML/JS (используется ReactJS фреймворк). Алгоритмы расчёта и обработки данных написаны на языке C с использованием библиотек GNU Scientific Library, Speech Signal Processing Toolkit (SPTK) и OpenAL. Такая структура приложения позволяет решить следующие задачи:

- быструю и лёгкую адаптацию и стилизацию приложения под новый язык, за счёт изменения лишь HTML/JS составляющей;
- возможность интеграции ядра приложения (алгоритмов) в сторонние продукты за счёт отсутствия внешних зависимостей и использования C;
- запуск приложения под различными системами и окружениями за счёт использования кросс-платформенных решений

В приложении выделены следующие слабосвязанные модули:

- ядро приложения (реализация на C)
- взаимодействие с аудио устройствами (реализация на C и OpenAL)
- основной пользовательский интерфейс (реализация на HTML/JS запускаемое в V4 Javascript Engine)
- отладочный интерфейс и режим обучения (реализация на C++/Qt)

Начальное окно приложения представлено на рис. 5.

По нажатию кнопки «Начать» мы попадаем на структурированный перечень обучающих заданий (рис. 6)

После нажатия на выбранную эталонную фразу будет открыто окно тренировки произношения (рис. 7). Пользователь может прослушать эталонную фразу и просмотреть кривые изменения F0, A0 для выбранной фразы.

В режиме тренировки пользователь, нажимая на клавишу ввода, произносит фразу и видит результат сравнения эталонной и произнесённой фраз. На рисунке 8 представлены исходные кривые изменения ЧОТ вопросительной фразы «*Еле+на завтра уезжает?*» для эталона (светлая кривая) и произнесения (тёмная кривая).

Далее при нажатии клавиши «Show UMP» (см. рис. 9) высвечивается результирующее окно, в котором показаны сравнительный вид УМП фраз и диапазоны изменения ЧОТ, представленные столбиками в октавной шкале.

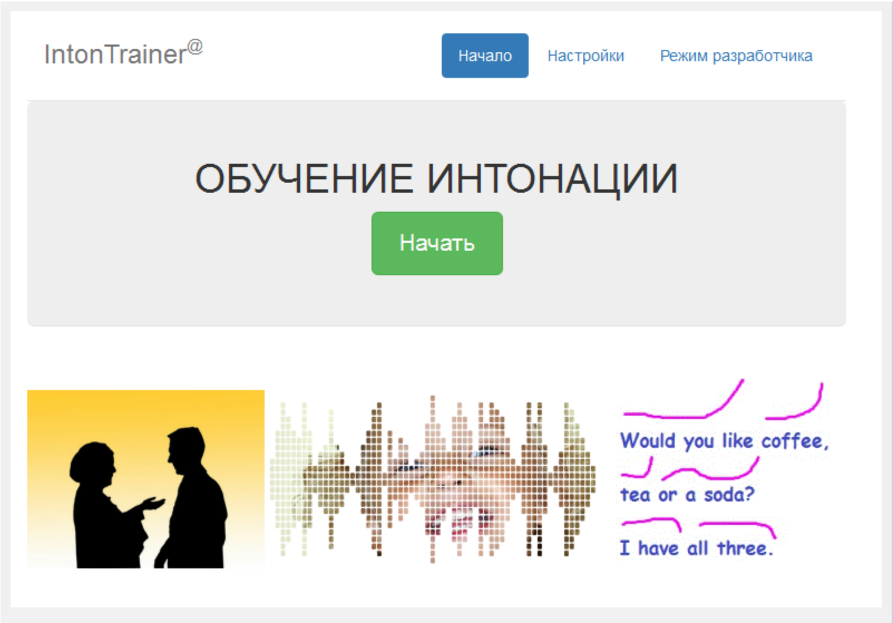

Рис. 5. Начальное окно приложения

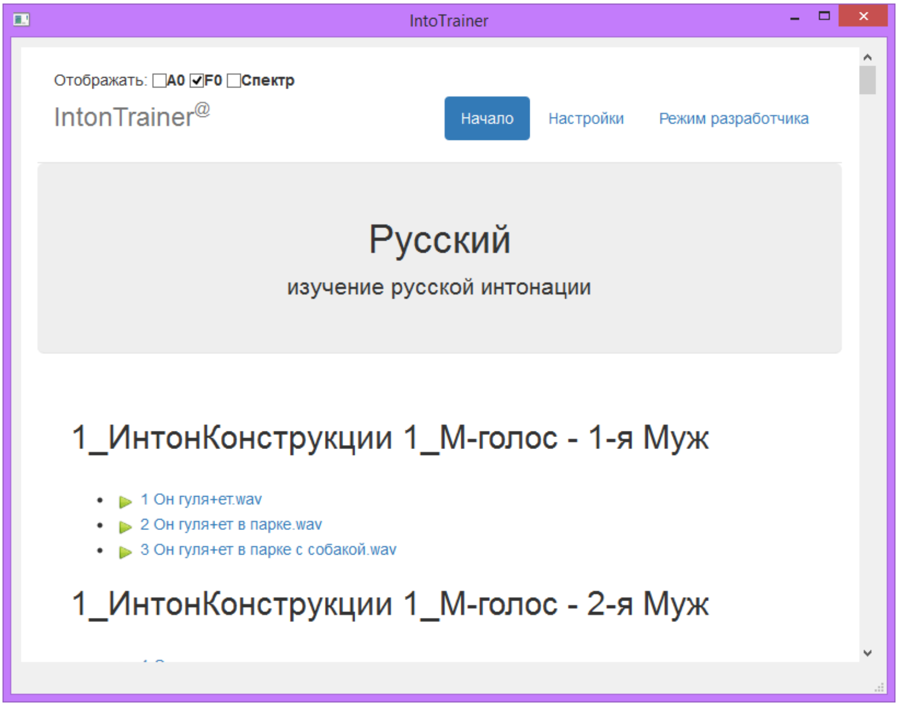

Рис. 6. Перечень обучающих заданий

Рис. 7. Окно тренировки. Прослушивание эталонной фразы и просмотр F0, A0

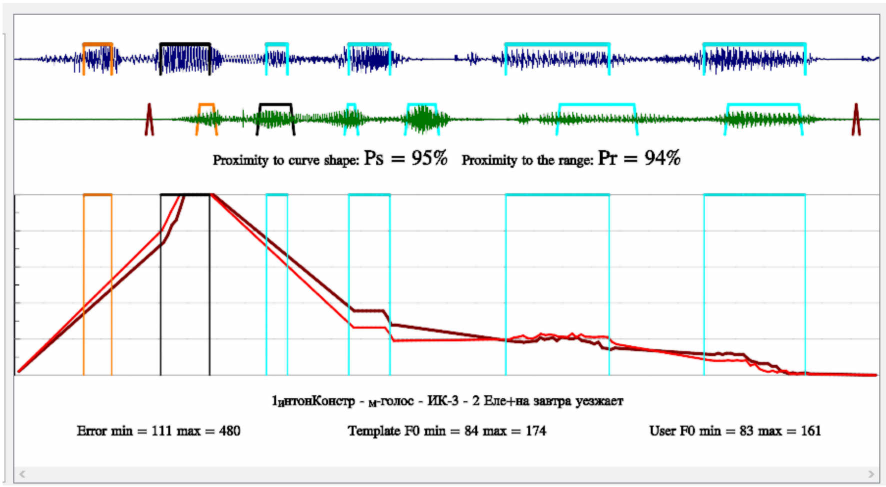

Рис. 8. Исходный результат сравнения F0 произнесённой фразы (тёмная линия) с эталонной (светлая линия)

В верхней части окна представлены численные оценки (в %) близости эталонной и произнесённой форм УМР — Ps и диапазонов ЧОТ — Pr, рассчитанных по следующим формулам:

$$Ps = |r|*100\%,$$

где **r** — выборочный коэффициент корреляции между кривыми ЧОТ, вычисляемый по стандартной формуле статистики;

$$Pr = \{(F0max\ /\ F0min)пр\ *\ 100\%\}\ /\ \{(F0max\ /\ F0min)эт\},$$

здесь (/) — знак деления.

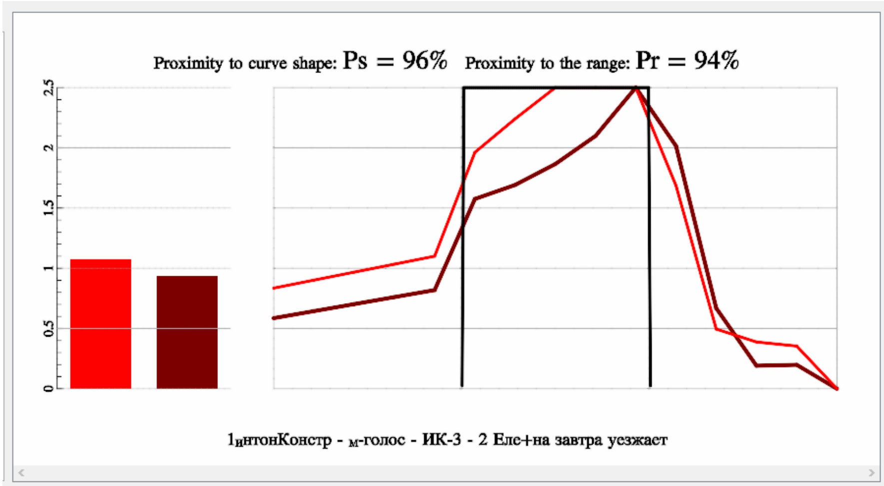

Рис. 9. Рассчитанный результат сравнения УМП F0 произнесённой фразы (тёмная линия) с эталонной (светлая линия) и диапазонов их изменения

Для сравнения эффективности описанной процедуры на рисунках 10 и 11 представлены кривые изменения ЧОТ эталонной фразы «*Еле+на завтра уезжает?*» и неправильно произнесённой той же фразы со смещённым центром: «*Елена за+втра уезжает?*»

Как видно из сравнения результатов, представленных на рисунках 8 и 9, а также 10 и 11, использование предложенного УМП-представления даёт более строгую и более реалистичную оценку близости интонации эталонной и произносимой фраз.

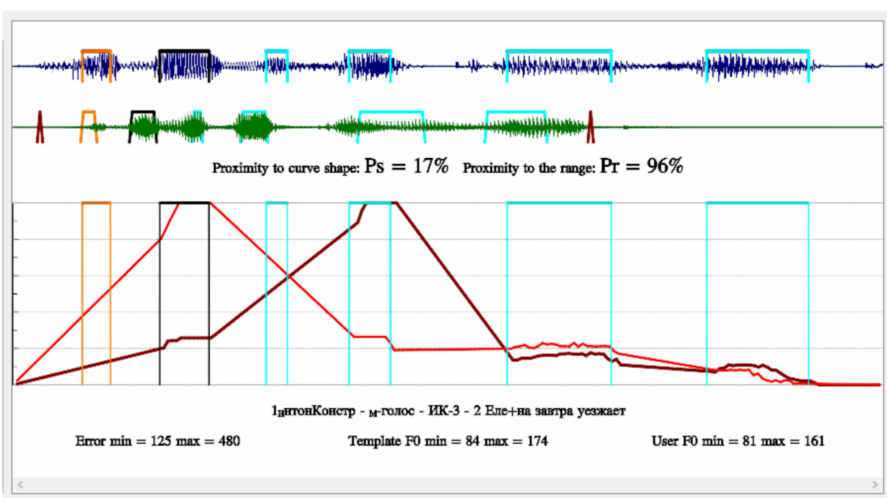

Рис. 10. Исходный результат сравнения F0 произнесённой фразы (тёмная линия) с эталонной (светлая линия)

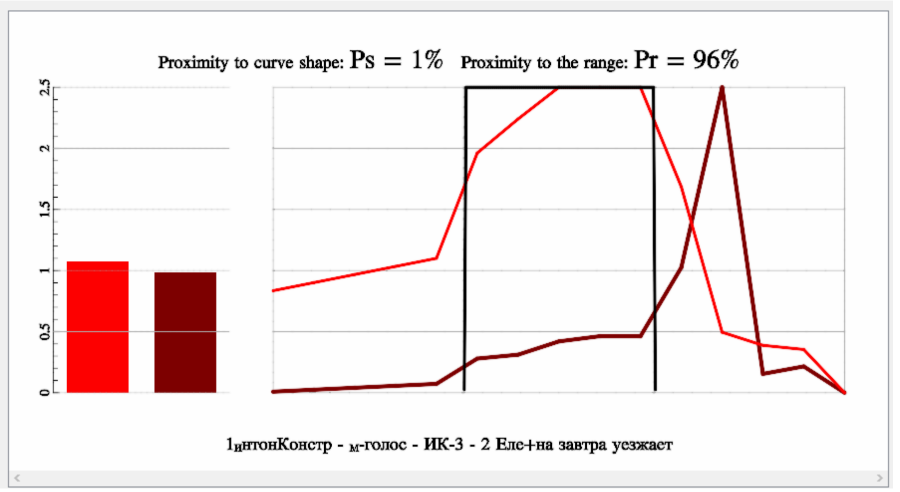

Рис. 11. Рассчитанный результат сравнения УМП F0 произнесённой фразы (тёмная линия) с эталонной (светлая линия) и диапазонов их изменения

Заключение

В заключение укажем некоторые перспективы развития и возможных практических приложений разработанной системы:

- Описанная русскоязычная система интонационного тренинга — «***IntonTrainer***» — сможет найти применение не только при обучении РКИ, но, при соответствующей доработке, также в практике обучения нормативной интонации дикторов радио и ТВ, операторов колл-центров и людей других профессий, где требуется идеальное владение устной речью.
- Система «***IntonTrainer***» может стать инновационным продуктом, предназначенным для углублённого обучения интонации устной речи на различных других иностранных языках. Насколько нам известно, существующие аналоги такого рода систем ещё далеки от идеальных. К настоящему времени созданы демо-версии системы «***IntonTrainer***», ориентированные на обучение интонации **английского, немецкого и китайского** языков.
- Анализатор интонационных характеристик целесообразно использовать также в составе систем распознавания речи, что повысит точность распознавания благодаря снятию семантической неопределённости при интонационном членении непрерывной речи.
- Анализатор интонационных параметров, безусловно, будет полезен в подсистемах идентификации индивидуальных и эмоциональных характеристик речи говорящего, в сопоставительных исследованиях естественных языков, а также при создании адекватных интонационных моделей в системах синтеза речи по тексту для повышения интонационной выразительности синтезированной речи.

Авторы приносят свою благодарность анонимным рецензентам этой работы за их ценные замечания, которые мы постарались учесть при подготовке её окончательной редакции.

Литература

1. *Catia Cucchiarini, J. van Doremalen, and Helmer Strik* (2008), DISCO: Development and Integration of Speech technology into Courseware for language learning. In: Proceedings of Interspeech, pp. 791–794.
2. *Sixuan Zhao* (2010), Computer Aided Evaluation of Intonation for Language Learning Based on Prosodic Unit Segmentation Biopolis, Singapore, Proceedings of the Second APSIPA Annual Summit and Conference, pp. 788–793.
3. *Lobanov B. M.* (1997) Continuous Speech Recognizer for Aircraft Application / Lobanov B. M., Levkovskaya T. V. // Proceedings of the 2nd International Workshop “Speech and Computer” — SPECOM’97 — Cluj-Napoca, pp. 97–102.
4. *Lobanov, B. M.* (2008) «IntoClonator» — Computer system of cloning prosodic characteristics of speech [Komp'yuternaya sistema klonirovaniya prosodicheskikh kharakteristik rechi] / B. Lobanov, L. Tsirulnik, O. Sizonov // Computational Linguistics and Intellectual Technologies: Proceedings of the International Conference “Dialogue 2008”, Bekasovo, pp. 330–338.
5. *Shimamura T.* (2001) Weighted Autocorrelation for Pitch Extraction of Noisy Speech // IEEE Transactions on Speech and AudioProcessing, Vol. 9, pp. 727–730.
6. *Bryzgunova E. A.* (1968), Sounds and Intonation of Russian Speech [Zvuki I Intonatsiya Russkoy Rechi] — Nauka, Moscow.
7. *Odintsova I. V.* (2011), Sounds. Rhythm. Intonation. [Zvuki. Ritm. Intonatsiya.] — Flinta-Nauka, Moscow.
8. *Lobanov, B. M.* (2006), Language- and speaker specific implementation of intonation contours in multilingual TTS synthesis / B. Lobanov, L. Tsirulnik, D. Zhadinets, E. Karnevskaya // Speech Prosody: Proceedings of the 3-rd International conference, Dresden, Germany, V. 2. — pp. 553–556.
9. *Lobanov B. M.* (2014) Universal Melodic Portraits of Intonation Patterns in Russian Speech [Universalnye melodicheskie portrety intonacionnyh konstrukciy russkoy rechi] / Lobanov B., Okrut T.// Computational Linguistics and Intellectual Technologies: Proceedings of the International Conference “Dialogue 2014”, Bekasovo, pp. 330–339.
10. *Lobanov B. M.* (2015) An Experience of Melodic Portraits Creatiion of Complex Declarative Sentences of Russian [Opyt sozdaniya melodicheskih portretov povestvovatelnyh predlozheniy russkoy rechi] // Computational Linguistics and Intellectual Technologies: Proceedings of the International Conference “Dialogue 2015” Moscow, pp. 414–426.
11. *Lobanov, B. M.* (2016) Comparison of Melodic Portraits of English and Russian Dialogic Phrases / B. M. Lobanov // Computational Linguistics and Intellectual Technologies: Proceedings of the International Conference “Dialogue 2016” Moscow, pp. 382–392.

Научное издание

Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии

По материалам ежегодной
международной конференции «Диалог»

Выпуск 16 (23). 2017

Том 2

Ответственный за выпуск **А. А. Белкина**
Вёрстка **К. А. Климентовский**
Дизайн обложки **А. А. Светличная**

Подписано в печать 12.05.2017
Формат 152 × 235
Бумага офсетная
Тираж 350 экз. Заказ № 79

Издательский центр «Российский
государственный гуманитарный университет»
125993, Москва, Миусская пл., д. 6
Тел.: +7 499 973 42 06

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии
ООО «Издательско-полиграфический центр Маска»
117246, Москва, Научный пр-д, д. 20, стр. 9