

## МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА КОММУНИКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

**Аннотация.** Приведены подходы, методы и алгоритмы для интеллектуализации существующих и разработки принципиально новых систем преобразования информации в виде, удобном для восприятия человеком. Предложены интерфейсы с компьютерной средой для текстового, голосового и визуального общения и их взаимодействия. Созданы информационные технологии для разработки средств обучения глухих людей, коммуникации с людьми с ограниченными возможностями, в медицине и т.д.

**Ключевые слова:** синтез, моделирование, распознавание, жестовый язык, коммуникативная информация.

### ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Современное развитие вычислительной техники характеризуется наличием сверхмощной элементной базы и сверхбольших объемов памяти, общей доступностью беспроводных широкополосных сетей, использованием экранов со сверхвысоким разрешением и побуждает исследователей к разработке новых информационных и вычислительных технологий для решения актуальных задач взаимодействия пользователя с компьютером привычными для человека способами. Также важна проблема инклюзии людей с ограниченными возможностями в активную социальную деятельность, которую можно решить с использованием современной элементной базы и технологий. Для этого необходимо создавать средства коммуникации в максимально естественном для человека виде, а именно с помощью текстового и рукописного общения, голосового взаимодействия — синтеза и распознавания естественных языков, а также виртуального общения за счет визуальных форм представления информации — объемной компьютерной графики и создания пространственных моделей человека включительно, в целях синтеза и распознавания процесса коммуникации с компьютером с учетом движения тела и рук человека, его мимики, артикуляции и психоэмоционального состояния [1]. Формализация последней формы общения реализована в жестовом языке, которым общаются глухие люди и, по мнению авторов настоящей статьи, такой естественный интерфейс станет доминирующим и в дальнейшем взаимодействие с компьютером будет все больше походить на общение с человеком.

Цель настоящей статьи — разработка математических методов представления, обработки, классификации, кластеризации и передачи различной коммуникационной информации и создание на их основе новых приложений к существующим операционным системам или надстроек к ним. Исследования базируются на полученных в последние годы учеными Института кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины фундаментальных результатах обработки и кластеризации информации [2], разработки математических методов и моделей обработки рукописной, голосовой и зрительной информации [3, 4].

### МЕТОДЫ КЛАССИФИКАЦИИ И РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛЬНОЙ РУКОПИСНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Одним из основных и обычных способов передачи информации является рукописный ввод текстов и символов, в частности математических выражений

(формул) при написании научных работ. Проблема распознавания такой информации актуальна и создано достаточно много приложений для ее решения. Для распознавания рукописных символов в [2] разработан метод функциональных преобразователей, для которых сформулированы необходимые условия оптимальности выбора нелинейных преобразований, созданы рекурсивные схемы построения многоуровневых функциональных преобразователей и предложен способ их формализации. Разработаны также алгоритмы распознавания рукописных символов на основе метода контейнеров, алгоритмы структурного анализа и трансляции рукописного математического текста в формат LaTeX, а также создано приложение по распознаванию рукописных математических текстов.

Полученные результаты можно использовать для разработки более эффективных средств человеко-компьютерного взаимодействия на основе привычных для человека способов ввода информации в рукописном и печатном виде. Такая технология ориентирована на массового пользователя, поскольку не требует изучения и применения специальных систем ввода и редактирования текстов и символов.

#### **МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РЕЧЕВОГО ИНТЕРФЕЙСА ЧЕЛОВЕКА С КОМПЬЮТЕРНОЙ СРЕДОЙ**

Современные системы компьютерного синтеза речи являются неотъемлемой составляющей средств человеко-компьютерного интерфейса для информационных технологий, высокоинтеллектуальных мультимедийных технологий, учебных программ и виртуальных сред и имеют практическое применение в системах:

- речевого диалога в аппаратных и программных комплексах;
- в библиотечных, справочных, энциклопедических компьютерных и web-системах;
- голосового вывода информации для людей со специальными потребностями;
- в подсистемах озвучивания текстовой информации web-источников и др.

Системы синтеза речи можно классифицировать по способам создания речевого сигнала. Выделяют три основных направления: артикуляторный, формантный и конкатенативный синтез. В системах конкатенативного синтеза создание исходного акустического сигнала базируется на основе конкатенации (последовательного объединения) необходимых элементов синтеза [5]. Процесс конкатенации определяется структурой базы данных элементов синтеза, поскольку напрямую зависит от природных данных и обеспечивает высокую естественность звучания синтезированной речи. Поэтому с повышением уровня последней будет расти и размерность элементной базы синтеза. Естественность и качество звучания синтезированных речевых сигналов обеспечиваются в системах конкатенативного синтеза речи элементами синтеза, являющимися реальными природными речевыми сигналами, обычно записанными профессиональными дикторами, коренными носителями языка.

Для построения системы озвучивания речевой информации использованы методы конкатенативного подхода к компьютерному синтезу речи, исследования свойств естественной речи, предварительной обработки природных речевых сигналов, экспертного оценивания естественности звучания синтезированной речи и др. Основными теоретическими результатами исследования проблемы создания средств компьютерного синтеза являются следующие модели: взаимосвязей признаков естественности звучания речи, представления текстовой информации для конкатенативного синтеза речи, построения минимального корпуса слов для создания базы данных сегментов синтеза, а также объектно-элементная модель

конкатенативного сегментивного синтеза, фиксирующая и связывающая наборы сегментов и объектов синтеза. Данные результаты позволили учесть признаки позиционности, ударения и мультифонемности звучания речевых сегментов, создать полные наборы текстовых сегментов для конкатенативного сегментивного синтеза речи, обеспечить возможность подбора конкретных сегментов для озвучивания конкретных слов и тем самым повысить уровень естественности звучания синтезированной речи.

Результаты данного исследования используются при разработке комплексов голосовых интерфейсов для следующих приборов: измерительных, диагностики, управления и связи, а также при создании средств интеллектуализации человеко-компьютерных интерфейсов систем и т.д.

#### МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА И СИНТЕЗА ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ВИЗУАЛЬНОГО ИНТЕРФЕЙСА

В работе [6] разработаны методы, модели и алгоритмы для моделирования и распознавания мимических проявлений эмоций на лице и построена формальная психологическая модель эмоциональных состояний человека. Для этого предложена следующая информационная технология (рис. 1).

Входной информацией является видеоизображение актера, на основные участки лица которого нанесены маркеры. Видеоряд содержит процесс воспроизведения актером определенных эмоциональных состояний. Входная информация преобразуется следующим образом:

- 1) нормируются (по расстоянию между центрами глаз) и центрируются (по кончику носа) области лица;
- 2) анализируются кадры видеоряда в целях отслеживания перемещения каждого маркера относительно начального (нейтрального) состояния и получения соответствующих множеств количественных характеристик перемещения для каждого маркера и эмоционального состояния;
- 3) анализируются полученные множества (количество и качество).

Выходной информацией является выделение устойчивых мимических проявлений и их комбинаций, характеризующих эмоциональные состояния человека.

Во избежание двусмысленностей при феноменологическом описании эмоций сделан переход к ситуациям, в которых эти эмоции возникают: вместо названия эмоции введено ее формальное обозначение. Для созданной психологической формальной модели эмоциональных состояний предложена формальная модель мимических проявлений этих состояний, т.е. сделан переход от пространства признаков, описывающих базовые эмоции относительно ситуаций, в которых они возникают,



Рис. 1. Информационная технология анализа мимических проявлений на лице при воспроизведении различных эмоциональных состояний человека

в пространство признаков, характеризующих визуальную, мимическую составляющую для базовых эмоциональных состояний.

Полученные результаты позволили смоделировать интеллектуальную деятельность человека для синтеза и анализа мимических проявлений его эмоций в целях применения этих результатов в системах искусственного интеллекта, а также создать средства для использования в системах интеллектуализации компьютерных интерфейсов. Разработана мультимедийная технология для синтеза и анализа мимических проявлений эмоций на лице человека.

Важно отметить, что при общении и передаче информации жестовым языком, а также в обычном человеческом общении активно используется эмоциональный канал.

#### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДАКТИЛЬНОГО ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА**

Данный язык является составной частью систем жестового общения и предназначен для воспроизведения отдельных букв (дактилем) алфавита. Дактилемы основных алфавитов показываются пальцами одной руки. Информационная технология предполагает компьютерное моделирование и синтез процесса изображения отдельных дактилем и слов, состоящих из их последовательности. Для решения поставленных задач исследовались подходы, методы и модели компьютерного синтеза дактильной жестовой речи и эффективной передачи анимации процесса визуализации дактильного жестового языка через Интернет. Для создания программного комплекса использовалась математическая модель упрощенного скелета человека. Рука представлялась как иерархическая структура костей, образующих ациклический направленный граф. На основе математической модели создана информационная модель, которая содержит следующие множества: вершин руки в исходном состоянии; индексов для представления треугольников, описывающих поверхность руки; нормалей для каждой вершины; текстуры руки и текстурных координат. Воспроизведение жеста руки происходит с помощью процедуры скиннинга, что является самым эффективным методом анимации.

Таким образом, на основе математической модели скелета руки построена информационная модель процесса показа слов и отдельных дактилем жестового языка, что позволило разработать учебные и информационные системы, где требуется синтез зрительных образов — изображений руки. Проведены экспериментальные сравнения эффективности методов расчета поверхности трехмерной модели руки, что позволило выбрать оптимальный алгоритм анимации ее жестов, а также усовершенствован алгоритм подготовки кадра в этом процессе при использовании многоядерных процессоров для анимации в реальном времени с увеличенной частотой кадров.

Основным практическим результатом моделирования дактильной речи является созданный программный комплекс «Украинская дактильная жестовая азбука». Он предназначен для обучения правильному воспроизведению отдельных дактилем и слов с помощью трехмерной модели кисти руки [4]. Рабочее окно комплекса приведено на рис. 2. Предусмотрены режимы анимации процесса показа дактилем с различной скоростью, обучения и проверки усвоенного материала. Программный комплекс работает в среде операционной системы Windows и через Интернет. Алгоритмы распараллеливания подготовки кадров позволяют воспроизводить анимацию с увеличенной частотой кадров при использовании многоядерных процессоров, тем самым повышая читабельность исходных файлов приложений, что важно для разработки нового программного обеспечения. Метод передачи контролируемого медиа потока через сеть Интернет с адаптации-



Рис. 2. Рабочее окно программного комплекса моделирования дактильного жестового языка

ей к ширине канала передачи данных позволяет создавать программные медиа приложения, к которым имеется доступ всех пользователей сети Интернет.

Данный программный комплекс проходит опытную эксплуатацию в специализированной школе-интернате для глухих детей. Практическое использование подтвердило эффективность предложенного подхода к изучению дактильного жестового языка. Поскольку разработанная информационная технология универсальна, она позволяет реализовать азбуки других языков, в частности, успешно проведены эксперименты по моделированию дактильных жестовых языков: английского, немецкого, польского, казахского и др.

#### **МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСПОЗНАВАНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНО-АртиКУЛЯЦИОННОЙ ВИЗУАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ РЕЧЕВОГО ПРОЦЕССА**

В связи с развитием цифровых технологий и увеличением мощности компьютерной техники особый интерес представляет динамический подход к синтезу зрительных образов с использованием трехмерных моделей человека, позволяющий создавать интеллектуальные интерфейсы и средства для разработки обучающих систем, а также систем искусственного интеллекта. В свою очередь, понимание и распознавание зрительной составляющей вербальной и невербальной информации является важным и актуальным направлением исследований для задач компьютерного зрения, «чтения» по губам и для построения систем обучения жестовому языку [7].

Разработаны методы, модели и алгоритмы распознавания эмоционально-артикуляционных мимических проявлений на фотографических изображениях лица, а также моделирования и воспроизведения соответствующих мимик на трехмерных моделях головы человека для создания средств и элементов интеллектуального интерфейса. Для получения информации о положении или состоя-

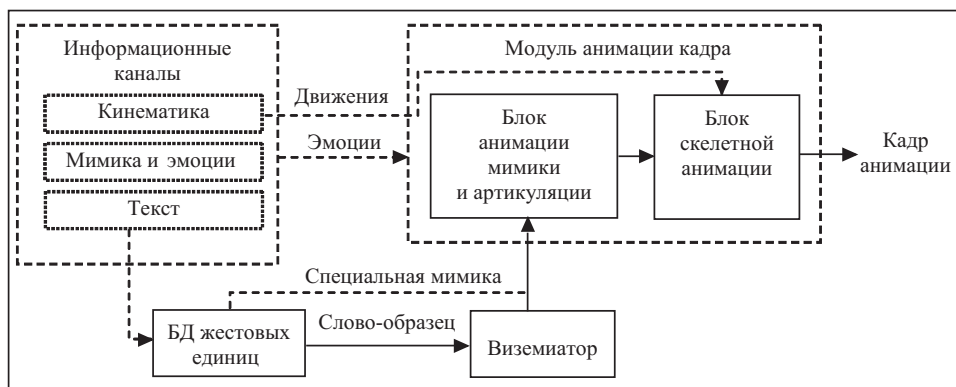


Рис. 3. Схема информационных потоков продуцирования кадра анимации

нии губ предложен подход к выделению области лица на фотографии с учетом связности его информативных элементов. В рамках проведенных исследований синтезирована математическая модель состояний губ конкретного человека на основе неоднородных рациональных B-сплайнов для создания системы обучения правильной артикуляции при украинском произношении. Анализ виземной структуры визуально-речевого потока данных осуществлялся на основе построенного характеристического пространства визем языка. Данные результаты позволили создать информационную технологию для распознавания мимики губ при украинском произношении на основе гибких шаблонов с реализацией алгоритма поиска параметров характеристического пространства признаков.

В контексте направления синтеза трехмерной анимации разработана объектно-элементная модель синтеза анимации речевого процесса для воспроизведения жестового языка с использованием морфем эмоций и визем языка (рис. 3).

Модель синтеза объединяет модели воспроизведения артикуляционной составляющей речевого процесса для задач моделирования мимики и модель воспроизведения эмоциональной составляющей речевого процесса для задач моделирования эмоционального состояния. На основе усовершенствованной модели синтеза эмоциональных и артикуляционных образов с использованием относительного морфинга для синхронной анимации жестовых единиц и проговаривания губами удалось интегрировать достижения области visual-speech animation и техническое решение задачи воспроизведения жестового языка. В результате создана программная реализация алгоритмов синтеза визуальной составляющей речевого процесса с эмоциями на пространственной управляемой модели виртуального человека для построения средств его интеллектуального интерфейса с компьютерной средой.

#### **ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ЖЕСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Как отмечалось ранее, одним из приоритетных направлений развития современного научно-технического прогресса в области информационных технологий является разработка новых средств коммуникации человека с компьютерной средой в удобных и привычных для него видах и формах. Чрезвычайно важной составляющей передачи информации с помощью движений является общение жестовой речью слабослышащих и глухих как между собой, так и с другими людьми, в образах и способах, близких и понятных для всех. Развитие современной науки, компьютеризация общества, использование мультимедийных и интернет-технологий создали достаточные условия для разработ-

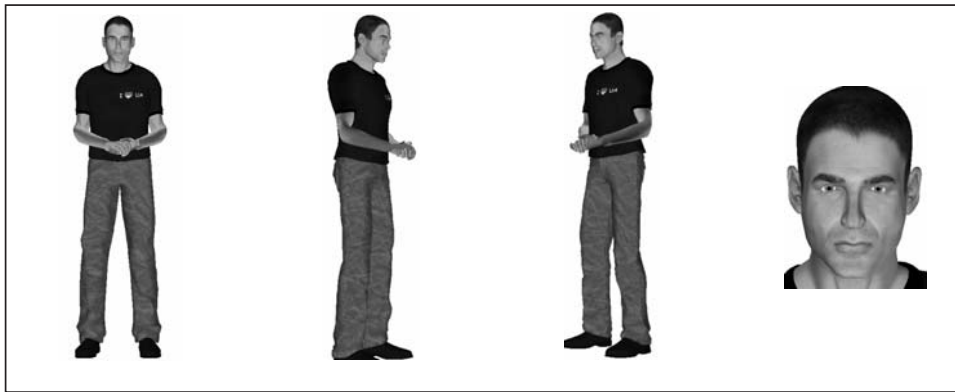


Рис. 4. Воспроизведение трехмерной модели человека

ки таких систем коммуникации. В результате исследований появились оригинальные информационные технологии для разработки учебных программ виртуального общения глухих людей [8, 9]. Преимущества этих технологий заключаются в реализации жестового языка на пространственных моделях человека с возможностями точной передачи движений человека — носителя жестового языка. Для записи и переноса жестовых движений используется специальное программно-аппаратное оборудование.

Для воспроизведения процесса анимации жестов и мимики трехмерной моделью человека создано программное обеспечение, реализующее скелетную (для воспроизведения жеста) и морфемную (для воспроизведения мимики проговаривания и эмоций) анимации. Разработана соответствующая программа, которая с помощью трехмерного API OpenGL воспроизводит по указанным атрибутам модель человека и с использованием алгоритмов скининга и морфинга воспроизводит анимацию (рис. 4). Для реализации украинского жестового языка создан программный комплекс (рис. 5), который предоставляет методику преподавания жестового языка в специальных общеобразовательных школах для глухих детей.

Функционально программа состоит из трех информационных блоков: «Темы», «Слова» и «Предложения», а также блока воспроизведения жеста виртуальной моделью. Основным является блок «Темы», где сконцентрированы методические аспекты, рассматриваемые на уроке, а именно перечень знаний по данной тематике, которые необходимо сформировать у учащихся, определенных навыков, морфологических особенностей жестового языка и видов синтаксических конструкций, имеющих в материале. Блоки «Слова» и «Предложения» содержат все жесты и все примеры предложений (которые используют рассмотренные жесты).

Особую функцию выполняет блок воспроизведения жеста виртуальной моделью. Именно с его помощью появилась возможность демонстрировать в учебном процессе динамику жеста. Реализованный в блоке режим покадрового показа жеста является средством, с помощью которого осуществляется изучение жестов без особенностей их демонстрации конкретным преподавателем, в результате выученные детьми жесты будут одинаковыми для различных школ и регионов. Фактически предлагается с помощью такой системы разработать стандарт для показа жестов жестового языка. Отметим, что эффективность данной разработки подтверждена пилотным внедрением в ряде специализированных школ-интернатов для детей с недостатками слуха. Среди замечаний к системе имеются пожелания заменить трехмерную модель человека (аватар) на более приемлемую для восприятия, особенно детьми. В результате исследований пред-

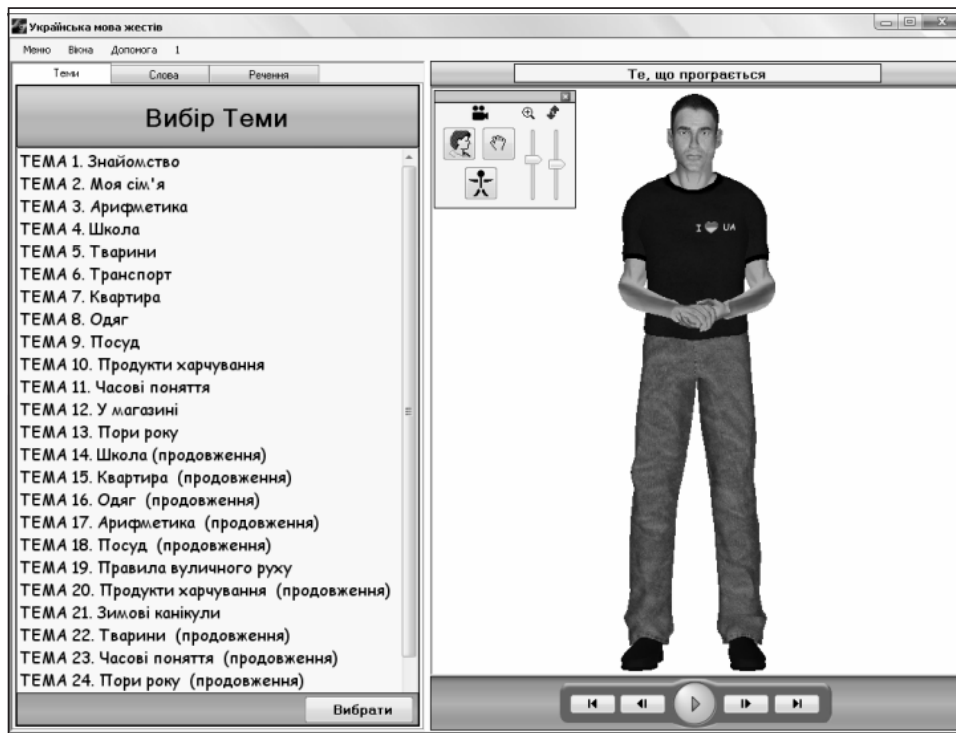


Рис. 5. Програма «Український жестовий язык»



Рис. 6. Трехмерная модель реального человека – носителя жестового языка

ложена технология построения трехмерной модели человека, максимально близкой к конкретному реальному человеку — носителю (сурдопереводчику) жестового языка (рис. 6).

#### МЕТОДИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПЕРЕВОДА С ВЕРБАЛЬНОГО ЯЗЫКА НА ЖЕСТОВЫЙ

Для реализации автоматизированного перевода исходной текстовой информации на жестовый язык предполагается, что пару: предложение на исходном языке–аналог на жестовом языке, можно представить в виде некоторых обобщенных конструкций простых предложений. Рассмотрим синтаксические особенности жестового языка на примере трех типовых структур предложений вида: субъект – объект – глагол; субъект – глагол – объект; глагол–субъект–объект. Подлежащее и сказуемое в таких предложениях связано предикативной связью. Далее представлены предложения с одной

Рассмотрим синтаксические особенности жестового языка на примере трех типовых структур предложений вида: субъект – объект – глагол; субъект – глагол – объект; глагол–субъект–объект. Подлежащее и сказуемое в таких предложениях связано предикативной связью. Далее представлены предложения с одной



предикативной связью, т.е. простые предложения. Отметим, что порядок слов в предложениях с одной предикативной связью в большинстве разговорных языков описывается одной из трех упомянутых типовых структур [10]. Если проанализировать наборы полученных при переводе пар, то можно, зафиксировав порядок следования слов в предложении, получить некоторую обобщенную форму, где вместо конкретных слов в предложении записаны наборы слов, которые можно использовать (находить) на этих зафиксированных местах. Таким образом, получится достаточно небольшой (относительно общего количества предложений некоторого языка) список обобщенных грамматических конструкций для перевода. Такие грамматические конструкции в дальнейшем можно использовать как шаблоны и правила в системах машинного перевода на жестовый язык.

Не ограничивая общности, рассмотрим возможности такого подхода на примере реализации системы перевода на жестовый язык для флективных языков, в частности для украинского. Флективными являются языки, в которых для продуцирования грамматических значений, главным образом, используется флексия (окончание). К флективным языкам принадлежат, в частности, индоевропейские и семито-хатские. Система автоматизированного перевода с флективных вербальных языков на жестовый предусматривает создание множественной

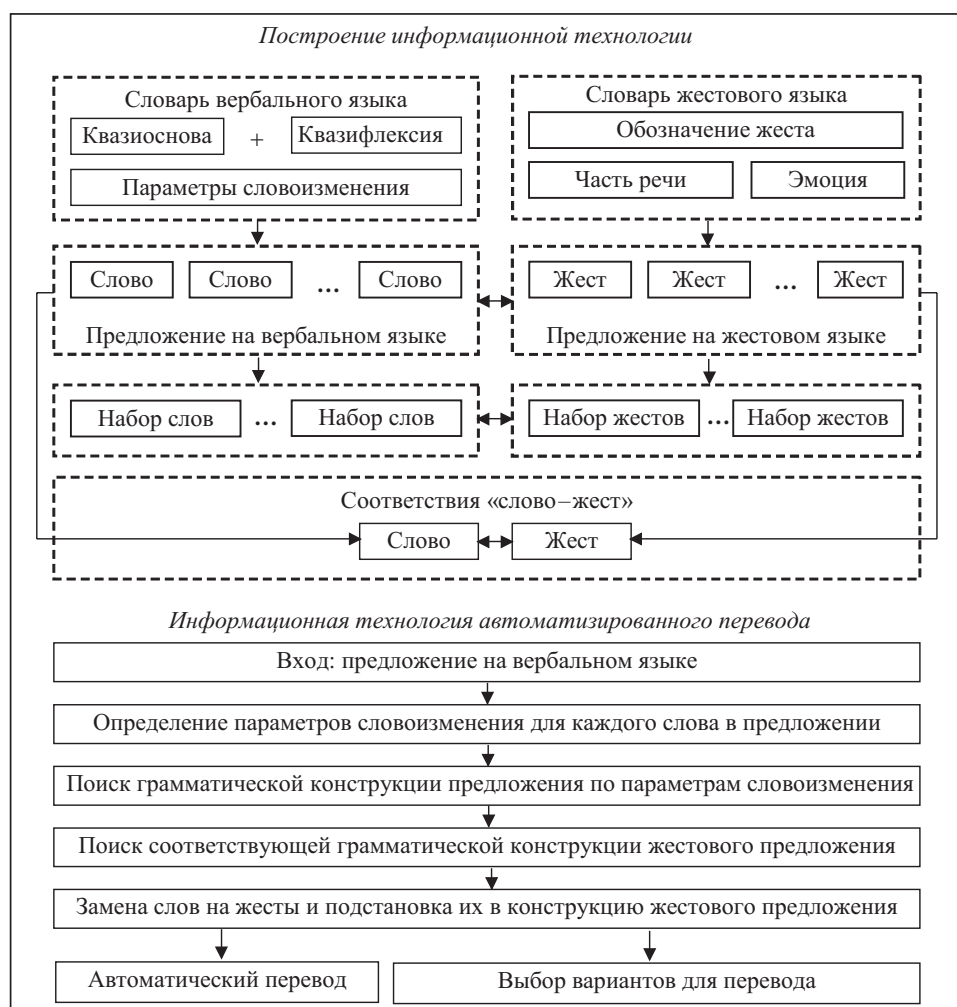


Рис. 7. Структурная схема технологии для автоматизированного перевода

модели словаря вербального языка [10] и реализации ее для моделирования соответствующих связанных обобщенных грамматических конструкций вербального и жестового языков [11]. Структурная схема информационной технологии для автоматизированного перевода показана на рис. 7.

Для проверки эффективности предложенной технологии перевода реализовано соответствующее программное приложение. С помощью предлагаемой технологии введен словарь украинского и жестового языков, получено множество из 2 млн слов украинского языка и 3200 жестов. В результате перевода множества предложений с украинского языка на жестовый и группировки их в грамматические конструкции получено 1050 конструкций перевода. После проведения анализа конструкций перевода получено 293 обобщенных конструкции перевода.

Для тестирования использовано множество из 10 тыс. предложений, взятых из программы изучения украинского жестового языка для специализированных школ. Предложения содержат жесты из множества тем, которые используются людьми с нарушениями слуха для повседневного общения. При тестировании на предложениях из программы изучения украинского языка жестов получено 90% однозначного перевода без искажения смысла. Таким же успешным явился перевод с использованием других предложений с аналогичным словарным запасом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанные подходы, методы и алгоритмы позволили усовершенствовать существующие и предложить новые средства преобразования коммуникационной информации для создания интерфейсов с компьютерной средой в текстовом, голосовом, визуальном видах. Они положены в основу создания информационных технологий для разработки средств обучения глухих, коммуникации с людьми с ограниченными возможностями, в медицине и т.д. Для решения этих и других важных проблем (настоящих и будущих) требуются дальнейшие исследования и разработка новых методов символьной, визуальной и голосовой коммуникационной информации с учетом научно-технического прогресса в этой области знаний.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Argyle M., Salter V., Nicholson H., Williams M., Bargess P. The communication of inferior and superior attitudes by verbal and non-verbal signals. *British Journal Social and Clinics Psychology*. 1970. Vol. 9. P. 222–231.
2. Кривонос Ю.Г., Кириченко Н.Ф., Крак Ю.В., Донченко В.С., Куляс А.И. Анализ и синтез ситуаций в системах принятия решений. Киев: Наук. думка, 2009. 365 с.
3. Кривонос Ю., Крак Ю., Бармак О., Тернов А., Троценко Б. Моделирование реалистических движений и мимики для задач визуализации жестовой информации. *Natural and artificial intelligence*. К. Markov, V. Velychko, O. Voloshin (Eds.). Sofia: C/o Iusautor, 2010. P. 137–143.
4. Крак Ю., Кривонос Ю., Троценко Б. Исследование информационных процессов для эффективного воспроизведения дактильного жестового языка. *Information Models of Knowledge*. К. Markov, V. Velychko, O. Voloshin (Eds.). Sofia: C/o Iusautor, 2010. P. 262–271.
5. Кривонос Ю.Г., Крак Ю.В., Шатковский Н.Н. Структура, свойства, характеристики объектов и элементов синтеза речи. *Компьютерная математика*. 2006. № 1. С. 61–69.
6. Кривонос Ю.Г., Крак Ю.В., Бармак А.В., Ефимов Г.Н. Моделирование и анализ мимических проявлений эмоций. *Докл. НАН Украины*. 2008. № 12. С. 51–55.
7. Крак Ю.В., Бармак А.В., Тернов А.С. Информационная технология для автоматического чтения по губам украинской речи. *Компьютерная математика*. 2009. № 1. С. 86–95.

8. Кривонос Ю.Г., Крак Ю.В. Моделирование движений рук, мимики и артикуляции лица человека для синтеза и визуализации жестовой информации. *Кибернетика и системный анализ*. 2011. № 4. С. 3–8.
9. Tomlin R.S. Basic word order. Fundamental principles. London: Croom Helm, 1986. 308 p.
10. Широков В.А. Феноменология лексикографических систем. Киев: Наук. думка, 2004. 327 с.
11. Крак Ю.В., Бармак А.В., Романишин С.А. Метод обобщенных грамматических конструкций для автоматизированного перевода текстовой информации в жестовые аналоги. *Кибернетика и системный анализ*. 2014. Т. 50, № 1. С. 130–138.

Надійшла до редакції 19.07.2017

**Ю.Г. Кривонос, Ю.В. Крак, О.В. Бармак, А.І. Куляс**

**МЕТОДИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ КОМУНІКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

**Анотація.** Наведено підходи, методи та алгоритми для інтелектуалізації наявних та розроблення принципово нових систем перетворення інформації у форми, зручні для сприйняття людиною. Запропоновано інтерфейси з комп'ютерним середовищем для текстового, голосового та візуального спілкування та їхньої взаємодії. Створено інформаційні технології для розроблення засобів навчання людей з вадами слуху, комунікації з людьми з обмеженими можливостями, у медицині тощо.

**Ключові слова:** синтез, моделювання, розпізнавання, жестова мова, комунікативна інформація.

**Iu.G. Kryvonos, Iu.V. Krak, O.V. Barmak, A.I. Kulias**

**METHODS TO CREATE SYSTEMS FOR THE ANALYSIS AND SYNTHESIS OF COMMUNICATIVE INFORMATION**

**Abstract.** We present the approaches, methods, and algorithms for intellectualization of the available and development of fundamentally new systems of information transformation into forms that are convenient for human perception. We also propose interfaces with the computer environment for text, voice, and visual communication and their interaction. Information technologies are developed to create tools for training people with hearing impairments, communication with people with disabilities, in medicine, etc.

**Keywords:** synthesis, modeling, recognition, sign language, communication information.

**Кривонос Юрий Георгиевич**,

академик НАН Украины, доктор физ.-мат. наук, профессор, заместитель директора Института кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, Киев.

**Крак Юрий Васильевич,**

доктор физ.-мат. наук, профессор, заведующий кафедрой Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, старший научный сотрудник Института кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, e-mail: yuri.krak@gmail.com.

**Бармак Александр Владимирович,**

доктор техн. наук, профессор кафедры Хмельницкого национального университета, e-mail: alexander.barmak@gmail.com.

**Куляс Анатолий Иванович,**

кандидат техн. наук, ведущий научный сотрудник Института кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, Киев, e-mail: anatoly016@gmail.com.