электронный журнал
МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51038.

УДК 57.087

Разработка автоматизированной системы измерения двигательной активности тела человека

Нехина А.А.

Студент,
кафедра «Биомедицинские технические системы»

Научный руководитель: Спиридонов И.Н.,
д.т.н.,профессор и заведущий кафедрой «Биомедицинские технические системы»

МГТУ им. Н.Э. Баумана
nastya_nekhina@mail.ru

Спонтанное невербальное поведение постепенно дополняется символической мимикой, жестами, интонациями, позами, использование которых основано на культурном, групповом, ситуативном соглашении и невозможно без предварительного обучения. Структура, содержание, форма невербального поведения, его актуализация обусловлены многовековой практикой общения.

Одним из элементов кинесической подструктуры невербального поведения является поза. Поза — это положение человеческого тела, типичное для данной культуры, элементарная единица пространственного поведения человека. Общее количество различных устойчивых положений, которые способно принять человеческое тело, около 1000. Из них, в силу культурной традиции каждого народа, некоторые позы запрещаются, а другие — закрепляются. Поэтому изучение поз должно быть сравнительным, межкультурным.

В целом позы могут выполнять в общении две функции: расчленять поток речи на единицы и регулировать межличностные отношения в диаде. Именно с помощью поз можно создать относительно окружающих мысленный барьер, определить ориентацию партнеров относительно друг друга. Изменения позы, их синхронизация свидетельствуют об изменениях отношений между общающимися.

Еще одним элементом кинесической подструктуры невербального поведения является жест.

Под жестом обычно понимают движение рук или кистей рук. В психологии сложилась традиция изучения жестов как паралингвистических средств. Но жест в процессе общения не только сопровождает речь. На основе жестов можно заключить об отношении человека к какому-то событию, лицу, предмету. Жест может также сказать о желании человека, о его состоянии. Особенности жестикуляции человека могут послужить для нас основанием для вывода о каком-то качестве воспринимаемого человека. Поэтому жесты можно с уверенностью отнести к выразительным движениям и рассматривать их не только как проявление спонтанной активности человека.

Человек, формируясь как личность в конкретной социальной среде, усваивает характерные для этой среды способы жестикуляции, правила их применения и

прочтения. Конечно, человек может жестикулировать как произвольно, так и непроизвольно. Жесты могут быть типичными для данного человека и совсем не характерными для него, выражать его случайные состояния. По мнению исследователей, жест несет информацию не столько о качестве психического состояния, сколько об интенсивности его переживания.

Созданы многочисленные системы записей жестов человека. Принцип всех записей один и тот же — выделить отдельные единицы, жестовые движения. Лингвистически ориентированные авторы исследований движений тела человека склонны оперировать при их описании теми же категориями, что и при описании закономерностей функционирования естественного языка. Так, одни авторы предлагают группировать жесты по участию в движении одной или двух рук, по признаку перекрещивания или симметричного расположения рук и по признаку центробежности или центростремительности. Другие пытаются интерпретировать единицы языка жестов в соответствии с единицами разговорного языка: форма рук — согласные; направления движения — гласные; динамика — ударение; тон, долгота, модели движения — полугласные; референты — предметы, к которым движение руки направлено.

Движения человеческого тела могут совершаться в вертикальных, горизонтальных, наклонных плоскостях. Все движения тела происходят от вращения его рычагов. У русских жестов — это рычаг плеча или предплечья. Радиус движения русских жестов большой: вся рука от плеча или предплечья, предплечье или кисть руки. У людей, вступающих в общение, нет органов, запечатлевающих движение в трехмерном пространстве и времени. В процессе общения то или иное движение может быть запечатлено лишь в одной из плоскостей. Поэтому описание жеста может идти по пути: 1) указание органа, выполняющего движение; 2) его направленность; 3) цикличность, этапность в совершении движения; 4) его отношение к положению человеческого тела в пространстве[1].

Н.И. Смирнова на основе сопоставительного анализа мимики, жестов, поз русских и англичан предлагает следующую классификацию:

I группа жестов — коммуникативные жесты, мимика, телодвижения, т.е. выразительные движения, замещающие в речи элементы языка. Это — приветствия и прощания; жесты угрозы, привлечения внимания, подзывающие, приглашающие, запрещающие; оскорбительные жесты и телодвижения, дразнящие, встречающиеся в общении детей; утвердительные, отрицательные, вопросительные, выражающие благодарность, примирение; а также жесты, встречающиеся в различных других ситуациях межличностного общения. Например, жест, передающий желание готовности отвечать на заданный преподавателем вопрос, или невыполненного, несовершенного действия. Жест, означающий конец работы, победу. Все перечисленные жесты понятны без речевого контекста и имеют собственное значение в общении.

II группа жестов — это описательно-изобразительные, подчеркивающие. Они, как правило, сопровождают речь и вне речевого контекста теряют смысл.

III группа — это модальные жесты. Их с полным основанием можно отнести к выразительным движениям, так как они выражают оценку, отношение к предметам, людям, явлениям окружающей среды. К модальным жестам относят: жесты одобрения, неудовольствия, иронии, недоверия; жесты, передающие неуверенность, незнание, страдание, раздумье, сосредоточенность; растерянность, смятение, подавленность, разочарование, отвращение, радость, восторг, удивление[2].

Для автоматического определения положения различных частей тела человека могут быть использованы методы прикрепления датчиков, регистрация видеоизображения и др. Компанией был Microsoft разработан оптический 3D сенсор Kinect, позволяющий получать координаты опорных точек скелета тела человека.

Рис 1. Внешний вид панели оптического сенсора.

Kinect — это горизонтально расположенная коробка на небольшом круглом основании, которую помещают выше или ниже экрана[5]. Размеры — примерно 23 см в длину и 4 см в высоту. Состоит из двух сенсоров глубины, цветной видеокамеры и микрофонной решетки. Проприетарное программное обеспечение осуществляет полное 3-х мерное распознавание движений тела, мимики лица и голоса. Микрофонная решетка позволяет производить локализацию источника звука и подавление шумов, что дает возможность говорить без наушников и микрофона.

Датчик глубины состоит из инфракрасного проектора, объединенного с монохромной КМОП-матрицей, что позволяет датчику Kinect получать трёхмерное изображение при любом естественном освещении

.

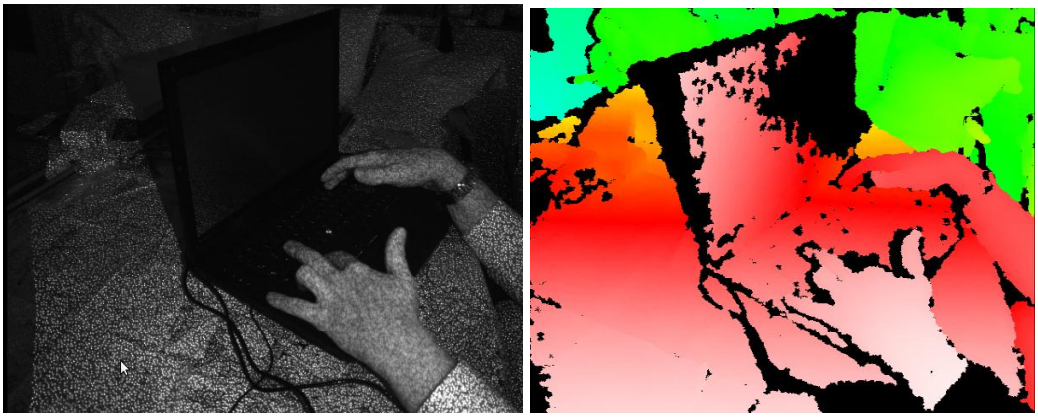

Рис 2. Слева - ИК изображение, показанное лазерной сеткой Kinect, используемой для расчета глубины. Справа - карта глубины; используется для отображения цветовой градиент от белого (ближе) до синего (дальше).

Подставка, на которой находятся датчики Kinect, расположена на шарнире и может в небольших пределах (до 27°) автоматически сдвигаться вверх или вниз.

Алгоритм, созданный специалистами исследовательского департамента Microsoft в Кембридже и команды Xbox Incubation, основан на анализе изображений, сделанных видеокамерой устройства. Согласно этому алгоритму Kinect изучает, насколько определённые свойства присущи тому или иному пикселу (например, его приблизительное местоположение), после чего с помощью разветвлённого дерева решений классифицирует его. Инфракрасные сенсоры позволяют определить глубину точек. В итоге каждый пиксел на изображении связывается с соответствующим «кусочком» реального тела. После того как пиксельный силуэт сформирован, определяется расположение суставов и «собирается» 3D-скелет. Сенсор запускает этот алгоритм 200 раз в секунду.

Разработчики научили систему идентифицировать всевозможные движения и жесты путём сравнения с базой из 500 тыс. силуэтов, учитывающих телосложение, одежду, причёску и т. п. На рис. 1 отображено представление входной карты глубины в виде попикселного изображения тела человека, где цветом с помощью вероятностных расчетов выделены определенные части. На основании этих частей определяется наиболее вероятное расположение сустава, образующего моделируемый скелет. Каждый сустав обладает трехмерной координатой, а также вероятностью правильного распознавания от 0 до 1.

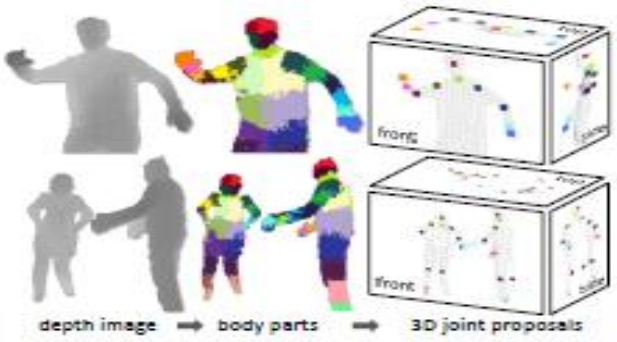

Рис 3. Преобразование данных из карты глубины для построения трехмерного скелета [3]

Использование этого устройства имеет следующие преимущества:

- бесконтактность
- автоматическое моделирование скелета тела человека с помощью 20 опорных точек
- возможность получения координат опорных точек скелета
- интеграция сенсора с ПК и возможность хранения и обработки полученных данных

Спецификой работы сенсора является более высокая достоверность распознавания позы стоячего человека, чем сидячего, а также временная потеря некоторых опорных точек конечностей в определенных ракурсах. Для достижения максимально верного определения позирования можно применять различные методы обработки данных и принятия решений.

1. Линейные методы

Для определения наиболее помехоустойчивых состояний, таких как осанка и положения рук используется взаимное сравнение координат и применение порогового метода. Например, для определения положения корпуса Сравнение горизонтальной координаты x точек основания шеи, центра корпуса и центра таза. Если основание таза

по оси абсцисс правее центра корпуса, который в свою очередь правее основания шеи, то принимается решение, что корпус наклонен влево. Однако некоторые положения не могут быть линейно разделены.

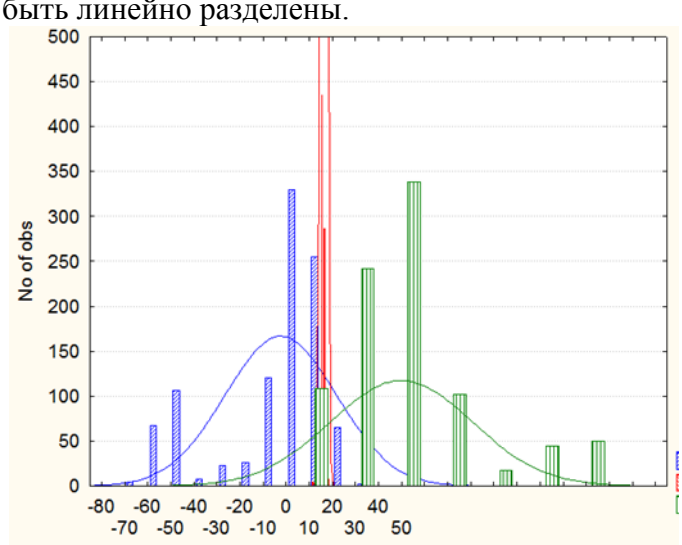

Рис 3. Распределение угла, образованного векторами (правое бедро, правое колено) и (левое бедро, левое колено). Синим обозначено положение «колени вместе», красным - «колени уже плеч», зеленым – «колени шире плеч».

Очевидно, что линейное сравнение параметров позы недостаточно для проведения процесса классификации.

2. Нелинейные методы

Условием решаемой задачи является определение положения коленей сидячего человека, где встречаются наибольшие трудности. Для классификации положения коленей – колени вместе, колени уже плеч, колени шире плеч, правая нога на левую, левая нога на правую – используется построение нейронной сети. База для обучения сети собиралась на 6 испытуемых. Испытуемые принимали каждую из пяти выше перечисленных поз, сидя на стуле перед сенсором. С помощью Kinect SDK и специального программного обеспечения велась запись координат в формате xml с частотой в среднем 30 кадров в секунду на протяжении 15 секунд для каждой позы. Далее, выбирая координаты левого и правого бедра, коленей, а также лодыжек строился вектор из 6 признаков: горизонтальное расстояние между коленями, горизонтальное расстояние между тазобедренными суставами, горизонтальное расстояние между левым бедром и левым коленом, горизонтальное расстояние между правым бедром и левым коленом, вертикальное расстояние между коленями, вертикальное расстояние между стопами. Вероятность правильно определения позирования увеличилось на 32 %.

Для обработки ситуаций потери некоторых опорных точек конечностей в определенных ракурсах планируется применение дифференциального анализа. При достоверной регистрации с частотой 30 кадров в секунду изменение координаты от кадра к кадру происходит незначительно. При потери сенсором опорной точки происходит резкое изменение координаты сустава, невозможное при естественных движениях тела. Таким образом, для предупреждения неправильного определения позы в связи с недостоверным определением положения конечности имеет смысл построение двадцати графиков производных, соответствующие скорости изменения координаты каждой опорной точки скелета. При превышении скорости некоторого порогового значения, определенного экспериментальным образом, будет приниматься решении о некорректности текущей координаты.

Таким образом, для наиболее эффективного определения позирования и жестикуляции необходимо применять интеллектуальную обработку корректности, а также последующую комбинацию линейных и нелинейных методов классификации.

Список использованной литературы:

1. Н.А. Бернштейн «Биомеханика и физиология движений»
2. А.Н. Ануашвили «Основы объективной психологии»
3. J. Shotton, A. Fitzgibbon, M.Cook BodyPartRecognition 2010 С. 1-4.