

Теорема 4. Если уравнение (1) является σ -равномерно вполне управляемым, то существует такое положительное число β , что при каждом $t_0 \dots 0$ выполнено неравенство $(W^{-1}(t_0, t_0 + \sigma)\xi, \xi) \geq \beta$.

Определение 8. Уравнение (1) называется *равномерно вполне управляемым*, если существуют такие числа $\sigma > 0$ и $\gamma > 0$, что при любых $t_0 \dots 0$ и $x_0 \in H_1$ найдется измеримое и ограниченное управление $v: [t_0, t_0 + \sigma] \rightarrow H_2$, при всех $t \in [t_0, t_0 + \sigma]$ удовлетворяющее $Pu(t)P$, γPx_0P и переводящее вектор начального состояния $x(t_0) = x_0$ системы (1) в ноль на этом отрезке.

Теорема 5. Уравнение (1) *равномерно вполне управляемо* если и только, если оператор Калмана *равномерно положителен* для всякого $t_0 \dots 0$.

Заключение. Представленные результаты в дальнейшем позволят обобщить результаты по управлению асимптотическими характеристиками конечномерных динамических систем на случай гильбертова пространства.

Работа выполнялась в рамках Государственной программы научных исследований «Конвергенция – 2020» (подпрограмма 1, задание 1.2.01).

1. Макаров Е.К., Попова С.Н. Управляемость асимптотических инвариантов нестационарных линейных систем. – Минск: Беларус. навука, 2012.
2. Калман Р., Фалб П., Арбиб М. Очерки по математической теории систем. – М., 2004.
3. Далецкий Ю.Л., Крейн М.Г. Устойчивость решений дифференциальных уравнений в банаховом пространстве. – М., 1970.

БИОМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА

*Е.А. Корчевская, Л.В. Маркова
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*

Биометрические технологии основаны на измерении некоторых уникальных характеристик отдельного человека, или биометрии. Эти уникальные признаки могут быть врожденными (например, ДНК или отпечатки пальцев), приобретенными со временем (почерк), а также изменяющимися с возрастом или при внешнем воздействии (голос). Подобные технологии активно применяются в областях, связанных с обеспечением безопасности доступа к защищенной информации, и задачах уникальной идентификации личности.

Идентификация по отпечаткам пальцев является самой распространенной, надежной и эффективной биометрической технологией и основывается на уникальности рисунка папиллярных узоров на пальцах. Надежность состоит в нереальности создания идентичного отпечатка, а практичность заключается в невозможности утери отпечатка и отсутствии необходимости носить с собой дополнительный предмет.

Голосовая идентификация относится к динамическим методам биометрии и позволяет удаленно идентифицировать человека, но, в тоже время, ряд факторов влияет на результат распознавания (помехи в микрофонах, влияние среды записи, различные эмоциональные состояния).

Целью исследования является разработка рекомендаций по применению методов искусственного интеллекта при реализации системы биометрической идентификации

Материал и методы. В качестве методов исследования использовались сверточная нейронная сеть, дискретное преобразование Фурье [1] и методы объектно-ориентированного программирования. Сверточная нейронная сеть – это особенная архитектура искусственной нейронной сети, использующая особенности зрительной коры, в которой были открыты простые клетки, которые реагируют под разными углами на прямые линии, и так называемые сложные клетки, чья реакция связана с активацией строго определенного множества простых клеток. Идея сверточных нейронных сетей заключается в чередовании субдискретизирующих и сверточных слоев. Структура данной сети не имеет обратных связей (однонаправленная) и имеет много слоев. Сверточные нейронные сети уподобляются биологическим процессам и явля-

ются вариациями многослойных перцептронов, созданных для использования в условиях минимальной предварительной обработки [2].

Результаты и их обсуждение. В теории нейронных сетей существуют две актуальных проблемы, одной из которых является выбор оптимальной структуры нейронной сети, а другой - построение эффективного алгоритма обучения нейронной сети [3]. В результате вычислительного эксперимента была выбрана архитектура сверточных нейронных сетей, как наиболее оптимальная с точки зрения времени работы алгоритма. Результатом являются выработанные рекомендации по идентификации личности по отпечатку пальца и голосу. В качестве входных данных использовалось цифровое изображение отпечатка пальца. Во время работы алгоритма изображение переводится в оттенки серого, изменяется размер изображения, а также происходит применение расширяющего фильтра с ядром $n \times n$ и обрезка пустых границ. Эти манипуляции позволяют нам определить угол для поворота отпечатка. Для этого подсчитывается количество закрашенных пикселей на левой верхней и правой верхней четвертях изображения, далее происходит поворот, при котором разница между этими пикселями минимальна. После чего применяется сверточная нейронная сеть.

Для идентификации человека по голосу предварительно рекомендуется вычислить вектор признаков в соответствии со следующей схемой: записываем звуковые данные в файл; из файла считываем значения амплитуд и заносим его в массив; в полученном массиве проводим очистку тишины; проводим нормализацию полученного массива, чтобы значения были в пределах от -1 до +1; делим массив на 1024 фрагмента; над каждым фрагментом производим дискретное преобразование Фурье; полученные 1024 результата дискретного преобразования Фурье сжимаем до 20 значений, которые и поступают на вход нейронной сети в качестве вектора признаков.

Заключение. В результате работы предложен подход для биометрической идентификации человека, основанный на сверточных нейронных сетях и объектно-ориентированной технологии программирования. Данный подход был использован в процессе преподавания курса «Методы искусственного интеллекта» и позволил качественно изменить методику изложения материала, сделать его более наглядным и доступным, а, следовательно, более интересным и привлекательным обучающимся.

1. Афонский, А.А. Цифровые анализаторы спектра, сигналов и логики / А.А. Афонский, В.П. Дьяконов – М.: СОЛОН-Пресс.- 2009. –248 с.
2. Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов. / А.Б. Сергиенко – СПб.: Питер.- 2006. – 751 с.
3. Суровцев, И.С. Нейронные сети / И.С. Суровцев, В.И. Ключкин, Р.П. Пивоварова. – Воронеж: ВГУ, -1994. – 224 с.

САМОПОДОБНОЕ ОДНОРОДНОЕ ЛОРЕНЦЕВО МНОГООБРАЗИЕ ТРЕХМЕРНОЙ ГРУППЫ ЛИ

*М.Н. Подоксенов¹, А.Н. Кабанов²
¹Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова
²Омск, ОмГУ имени Ф.М. Достоевского*

В работе [1] была найдена лоренцева метрика на трёхмерной группе Ли $G_3 = A^+(1) \times R$, при которой эта группа Ли превращается в самоподобное многообразие, и была указана существенная транзитивная группа подобий.

Цель данной работы – указать новый класс метрик на группе G_3 , обладающий таким свойством, что $\langle G_3, g \rangle$ является самоподобным лоренцевым многообразием, а также представить однопараметрическую группу подобий для рассматриваемого многообразия.

Материал и методы. Рассматривается трёхмерная некоммутативная алгебра Ли G_3 III типа Бианки. Находится лоренцево скалярное произведение, при котором эта алгебра Ли допускает однопараметрическую группу гомотетий, являющихся автоморфизмами алгебры Ли. С помощью данной группы гомотетий строится однопараметрическая группа подобий однородного лоренцева многообразия группы Ли $G_3 = A^+(1) \times R$. В исследовании применяются методы аналитической и дифференциальной геометрии, а также методы линейной алгебры.