Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра информатики

**РЕФЕРАТ**

на тему

**AZURE COGNITIVE SERVICE**

|  |  |
| --- | --- |
| Выполнил: | Студент гр. 956241 Дубовик Н.О. |
|  |  |
| Проверил: | Стержанов М.В. |

Минск 2019

**СОДЕРЖАНИЕ**

[Введение 3](#_Toc24453971)

[1 Vision 4](#_Toc24453972)

[2 Speech 10](#_Toc24453973)

[3 Language 11](#_Toc24453974)

[4 Web Search 13](#_Toc24453975)

[5 Decision 15](#_Toc24453976)

[Заключение 17](#_Toc24453977)

[Список использованных источников 18](#_Toc24453978)

# **ВВЕДЕНИЕ**

Azure Cognitive Services – это API, SDK и сервисы, которые помогают разработчикам создавать продвинутые приложения, не имея навыков, знаний или практического опыта в области искусственного интеллекта [1]. Когнитивные сервисы Azure позволяют разработчикам легко добавлять раличные когнитивные функции в свои приложения. Цель когнитивных сервисов Azure – помочь разработчикам создавать приложения, которые могут видеть, слышать, говорить, понимать и даже рассуждать. Каталог сервисов в рамках когнитивных сервисов Azure можно разделить на пять основных компонентов: Vision (видение), Speech (речь), Language (язык), Web Search (поиск в интернете) и Decision (принятие решений) [2].

Vision позволяет определить кто находится на фотографии или видео, полностью его описать и понять какие эмоции он испытывает.

Speech позволяет слышать, понимать и разговаривать с собеседником за счет фильтрации шумов, определение спикеров и темы разговора.

Language обрабатывает текст и проводит эмоциональный анализ, достает ключевые фразы из текста и при необходимости его переводит.

Web Search предоставляет современные поисковые системы для работы с информацией в интернете, что достигается за счет использования обновленного Bing и его APIs.

Decision помогает в мониторинге данных для выявления аномалий, модерации контента и определение поведения пользователя в приложении.

Также важной особенностью данных сервисов является их доступность внутри самого облака Azure, что позволяет Azure Cognitive Services использовать дата-центры Microsoft в том же регионе, в котором произошел запрос, либо в ближайшем доступном, что позволяет ускорить обработку запроса, а соответственно и отдать ответ в кратчайшие сроки. Не менее важным фактором является и то, что когнитивные сервисы можно использовать в связке с другими сервисами Azure, в частности Azure Search, что в свою очередь позволяет ускорить работу с базами данных, за счет продвинутых индексов.

За счет размещения в облаке и использования одинакового API появляется возможность применять когнитивные сервисы на любой платформе – IOS, Android, Windows.

На данный момент Azure Cognitive Services поддерживает множество языков, среди них: английский, китайский, немецкий, испанский, итальянский, японский, русский. Таким образом можно применять когнитивные сервисы к большому числу культурных регионов.

В данном реферате далее будут рассмотрены все описанные компоненты, а также где и как их можно применить.

# **VISION**

Vision состоит из следующих сервисов [3]:

* Computer Vision;
  + Custom Vision Service;
  + Face API;
* Form Recognizer;
* Ink Recognizer;
* Video Indexer.

Компьютерное зрение (Computer Vision) Azure обеспечивает разработчикам доступ к расширенным алгоритмам обработки изображений и возврата данных [4]. Чтобы проанализировать изображение, нужно передать его или указать его URL-адрес. Алгоритмы обработки изображений могут анализировать содержимое по-разному, в зависимости от интересующих визуальных компонентов. Например, API компьютерного зрения может определить, содержит ли изображение определенные объекты или найти все лица людей на изображении.

Компьютерное зрение предоставляет следующие функции:

* добавление тегов к визуальным компонентам. Позволяет определять визуальные компоненты на изображении и добавлять к ним теги из набора тысяч распознаваемых объектов, живых существ, пейзажей и действий. В случаях, когда теги могут быть неоднозначными или не общеизвестными, в ответ API входят подсказки, уточняющие содержимое тега. Добавление тегов не ограничивается основным предметом, например человеком на переднем плане, но также включает окружение (внутри помещения или снаружи), мебель, инструменты, растения, животных, аксессуары, гаджеты и так далее;
* обнаружение объектов. Обнаружение объекта похоже на добавление тегов, но API возвращает координаты ограничивающего прямоугольника для каждого примененного тега. Например, если на изображении есть собака, кот и человек, операция определения отобразит список этих объектов вместе с их координатами на изображении. Эту функциональность можно использовать, чтобы обрабатывать дальнейшие отношения между объектами изображения;
* обнаружение торговых марок. Определяет торговые марки в изображениях или видео из базы данных тысяч глобальных логотипов. Эту функцию можно использовать, например, чтобы узнать, какие торговые марки наиболее популярны в социальных сетях или наиболее распространены при размещении медиа-продуктов;
* классификация изображения. Определение и классификация всего изображения с помощью классификации категорий с родительскими или дочерними наследственными иерархиями. Категории могут использоваться отдельно или с новыми моделями добавления тегов;
* описание изображения. Создание описания всего изображения на удобочитаемом языке с использованием полного описания предложений. Алгоритмы API компьютерного зрения создают различные описания в зависимости от объектов, определенных на изображении. Каждое описание оценивается и получает оценку достоверности. Затем возвращается список, упорядоченный от наибольшей оценки достоверности к наименьшей;
* распознавание лиц. Обнаружение лиц на изображении, а также предоставление сведений о каждом обнаруженном лице. API компьютерного зрения возвращает координаты, прямоугольник, пол и возраст для каждого обнаруженного лица;
* обнаружение типов изображения. Выявление характеристик изображения, например, является ли изображение графическим или же это иллюстрация;
* обнаружение содержимого, связанного с определенными сферами. Использование модели предметной области для обнаружения и идентификации отдельного объекта в изображении, например знаменитостей и достопримечательностей. К примеру, если на изображении есть люди, API компьютерного зрения может использовать модель предметной области для знаменитостей, чтобы определить, являются ли люди, обнаруженные на изображении, знаменитостями;
* обнаружение цветовой схемы. Анализ использования цвета в изображении. API компьютерного зрения может определить, является ли изображение черно-белым или цветным, а для цветных изображений может определить основные цвета и акцентные.

Данные функции визуально представлены на рисунках 1.1, 1.2 и 1.3.

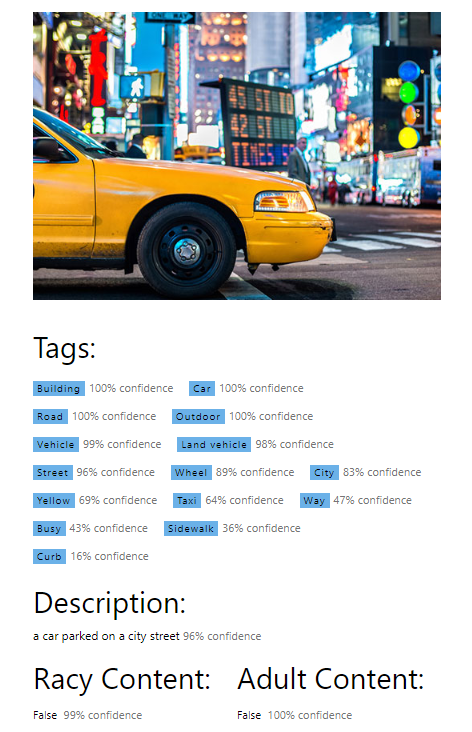


Рисунок 1.1 – Функции добавления тегов, описания, обнаружение цветовой схемы и определение контента изображения

На рисунке 1.1 представлены функции добавление тегов к визуальным компонентам, обнаружение объектов, описание изображения и обнаружение цветовой схемы, что видно из подписей под изображением.

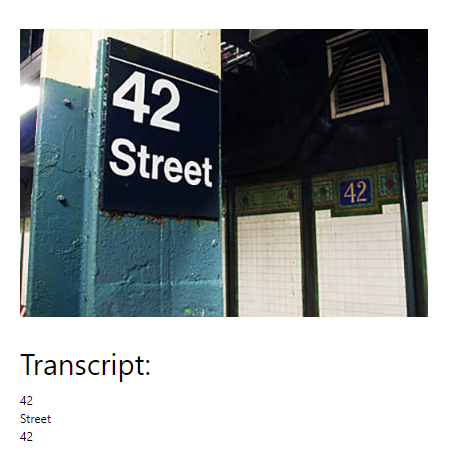


Рисунок 1.2 – Функция чтения надписей на картинках

На рисунке представлена функция чтения надписей с картинок. Как видно из описания снизу, компьютерное зрение смогло определить не только надпись с описанием дома и улицы с переднего плана, но также и номер, висящий сзади.

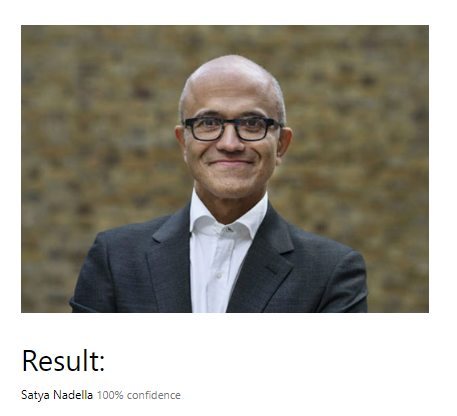


Рисунок 1.3 – Функция определения знаменитости по фотографии

На рисунке 1.3 представлена функция обнаружение содержимого, которая определила, что на фотографии человек, а после нашла его в базе данных со всеми остальными знаменитостями.

Пользовательское визуальное распознавание (Custom Vision Service) – это когнитивный сервис, который позволяет создавать, развертывать и улучшать пользовательские классификаторы изображений [5]. Классификатор изображений – это сервис ИИ, который присваивает изображениям метки (соответствующие классам) по их визуальным характеристикам. В отличие от сервиса компьютерного зрения, сервис "Пользовательское визуальное распознавание" позволяет определять, какие метки присваивать.

Функции "Пользовательского сервиса визуального распознавания" можно разделить на две части. Первая это классификация изображений, которая присваивает изображению одну или несколько меток. Вторая это обнаружение объектов, которое действует похоже, но также возвращает координаты в изображении, где можно найти присвоенную метку.

API Распознавания лиц (Face API) Azure – это когнитивная служба, предоставляющая алгоритмы для обнаружения, распознавания и анализа человеческих лиц на изображениях [6]. Возможность обработки информации о человеческом лице важна во многих разных сценариях использования ПО, включая безопасность, естественный пользовательский интерфейс, анализ содержимого изображения и управление им, мобильные приложения и робототехнику.

Face API может выявлять лица на изображениях и возвращать координаты прямоугольника, в котором они расположены. При необходимости эта функция извлекает ряд атрибутов, связанных с лицом, например позу, пол, возраст, положение головы, волосы на лице и очки.

Распознаватель документов (Form Recognizer) Azure – это служба когнитивных вычислений, использующая технологию машинного обучения для идентификации и извлечения пар "ключ-значение" и данных таблиц из документов-форм [7]. Затем эта служба выводит структурированные данные, которые включают в себя связи в исходном файле. Распознаватель документов также содержит модель для чтения квитанций. Эта модель извлекает основные сведения, например сведения о времени и дате транзакции, о продавце, сумме налогов и общей сумме и многое другое. Кроме того, предварительно созданная модель для обработки квитанций обучается распознавать и возвращать весь текст в квитанции.

Распознаватель рукописного текста (Ink Recognizer) предоставляет облачный REST API для анализа и распознавания содержимого рукописного фрагмента [8]. В отличие от служб, использующих оптическое распознавание символов (OCR), API требует ввода росчерка пера в качестве входных данных. Росчерк пера – это хронологический набор двумерных точек (координаты X, Y), которые представляют перемещение инструментов ввода, таких как цифровое перо или пальцы. Затем он распознает введенные фигуры и рукописное содержимое и возвращает ответ JSON, который содержит все распознанные объекты.

Индексатор видео (Video Indexer) позволяет извлекать глубокие аналитические сведения (без необходимости анализа данных или навыков написания кода) с помощью моделей машинного обучения, основанных на нескольких каналах (Voice, Vocals, Visual) [9]. Есть возможность дополнительно настроить и обучить модели. Служба обеспечивает глубокий поиск, сокращает эксплуатационные расходы, делает возможными новые способы монетизацию и создает новые пользовательские интерфейсы для больших архивов видео (с низким барьером входа). У индексатора видео есть, по сути, те же функции, что и у полноценного компонента Vision, но функции видео индексатора направленно именно на работу с видео, а не изображениями.

# **SPEECH**

Компонент Speech состоит из следующих элементов:

* Speech Services;
* Speaker Recognition API.

Речевой сервис (Speech Services) Azure, также известные как speech-to-text, позволяют в режиме реального времени преобразовывать аудиопотоки в текст, который приложения, инструменты или устройства могут использовать, отображать и выполнять с ним различные действия в качестве ввода команд [10]. Эта служба работает на основе той же технологии распознавания, которую Microsoft использует для своих продуктов Cortana и Office, и легко интегрируется с переводом и преобразованием текста в речь. По умолчанию в Speech Services используется универсальная языковая модель. Эта модель была обучена с использованием данных, принадлежащих корпорации Майкрософт, и располагается в облаке.

API Распознавания говорящего (Speaker Recognition API) – это облачное API, которое обеспечивает эффективные алгоритмы ИИ для идентификации и проверки говорящего [11]. Распознавание говорящего разделяется на две категории: проверка говорящего и идентификация говорящего.

У голоса есть уникальные характеристики, которые можно соотнести с отдельным пользователем. Приложения могут использовать голос в качестве дополнительного фактора для проверки в таких сценариях, как центры обработки вызовов и веб-службы. Speaker Recognition API служит интеллектуальным средством для проверки пользователей по голосовым и речевым парольным фразам. Регистрация для проверки говорящего основана на тексте, то есть говорящему необходимо выбрать определенную парольную фразу для использования во время регистрации и проверки. На этапе регистрации говорящего записывается голос, произносящий конкретную фразу. При распознавании выбранной фразы извлекаются голосовые характеристики, чтобы сформировать уникальную голосовую подпись. Вместе эти данные о регистрации говорящего будут использоваться для проверки говорящего. На этапе проверки клиент должен вызвать необходимый интерфейс с использованием идентификатора, связанного с конкретным пользователем, которого необходимо проверить. Служба извлекает голосовые характеристики и парольную фразу из входной записи речи. Затем она сравнивает характеристики с соответствующими элементами данных о регистрации говорящего, которого хочет проверить клиент, и определяет соответствия. Ответ возвращает значение "Принять" или "Отклонить" с различными уровнями достоверности. Затем клиент определяет, как использовать результаты, чтобы решить, является ли этот пользователь зарегистрированным говорящим.

# **LANGUAGE**

Компонента Language представлен следующими сервисами:

* Language Understanding (LUIS);
* QnA Maker;
* Text Analytics;
* Translator Text.

Распознавание речи (LUIS) – это облачный сервис, который применяет индивидуальную аналитику машинного обучения к тексту пользователя в разговорном стиле и на естественном языке, чтобы предсказать общий смысл и извлечь соответствующую подробную информацию [12].

Клиентское приложение для LUIS – это любое диалоговое приложение, которое взаимодействует с пользователем на естественном языке для выполнения задачи. Примеры клиентских приложений включают в себя приложения для социальных сетей, чат-боты и классические приложения с поддержкой речи, рисунок 3.1.

Изображение выглядит как снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рисунок 3.1 – Пример клиентских приложений для LUIS

QnA Maker – это облачная служба обработки естественного языка (NLP), которая позволяет легко создавать слой беседы на основе пользовательских данных [13]. Ее можно использовать для поиска в пользовательской базе знаний наиболее подходящего ответа на вопрос, заданный на естественном языке.

Клиентское приложение для QnA Maker – это любое диалоговое приложение, которое взаимодействует с пользователем на естественном языке, отвечая на его вопросы. Примеры клиентских приложений включают в себя приложения для социальных сетей, чат-боты и классические приложения с поддержкой речи.

API Анализа текста (Text Analytics API) – это облачная служба, которая предоставляет расширенную обработку необработанного текста на естественных языках и включает в себя четыре основные функции: анализ тональности, извлечение ключевых фраз, определение языка и распознавание сущностей [14].

Можно использовать анализ тональности высказываний, чтобы узнать, что клиенты думают о бренде или торговой марке, анализируя необработанный текст для получения сведений о тональности выражений (положительная или отрицательная). Этот API возвращает оценку тональности (0 или 1) для каждого документа, где 1 означает положительную тональность.

Автоматическое извлечение ключевых фраз в тексте поможет быстро определить основные мысли. Например, для входного текста "Еда была вкусной и персонал был замечательным" API вернет основные тезисы в записи: "еда" и "замечательный персонал".

Можно определить, на каком языке написан входной текст, и сообщить единый код языка для каждого документа, представленного по запросу, на разных языках, диалектах и некоторых местных наречиях. Код языка сопряжен с показателем, указывающим степень оценки.

Так же можно определять сущности и их распределение по категориям, таким как текст, люди, места, организации, дата и время, количество, проценты, валюта и многое другое. Также можно определить известные сущности и связать их с дополнительной информацией в Интернете.

API Перевода текстов (Translator Text API) позволяет добавлять многоязычное взаимодействие с пользователем более чем на 60 языках, и его можно использовать на любой аппаратной платформе с любой операционной системой для текстового перевода [15].

# **WEB SEARCH**

Компонент Web Search представлен различными сервисами Bing [16], среди них:

* Bing News Search;
* Bing Video Search;
* Bing Web Search;
* Bing Autosuggest;
* Bing Custom Search;
* Bing Entity Search;
* Bing Image Search;
* Bing Visual Search;
* Bing Local Business Search;
* Bing Spell Check.

API Поиска новостей Bing (Bing News Search API) упрощает интеграцию когнитивных возможностей поиска новостей Bing в приложения. API обеспечивает аналогичную работу с Bing News, позволяя отправлять поисковые запросы и получать соответствующие новостные статьи.

API Поиска видео Bing (Bing Video Search API) упрощает добавление возможности поиска видео в сервисы и приложения. Отправляя пользовательские поисковые запросы с помощью API, можно получать и отображать релевантные и высококачественные видео, как если бы они были из Bing Video.

API Пользовательского поиска Bing (Bing Custom Search API) позволяет создавать специальные возможности поиска без рекламы для релевантных пользователю тем. Можно указать домены и веб-страницы для поиска Bing, а также закрепить, повысить или понизить рейтинг определенного контента, чтобы создать максимально релевантное пользовательское представление веб-страниц и помочь пользователям быстро найти соответствующие результаты их поиска.

API Поиска сущностей Bing (Bing Entity Search API) отправляет поисковый запрос в Bing и получает результаты, включающие сущности и места. Результаты места включают рестораны, отель или другие местные предприятия. Bing возвращает места, если запрос указывает название местной компании или запрашивает тип бизнеса (например, рестораны рядом со мной). Bing возвращает сущности, если в запросе указаны известные люди, места (туристические достопримечательности, штаты, страны / регионы и т. д.), или вещи.

API Поиска изображений Bing (Bing Image Search API) позволяет использовать возможности поиска изображений Bing в приложении. Отправляя поисковые запросы в API, можно получить высококачественные изображения, как если бы их запросили в bing.com/images.

API Визуального поиска Bing (Bing Visual Search API) возвращает сведения об изображении. Можно либо загрузить изображение, либо указать URL-адрес для него и в итоге вернутся Insights. Insights – это визуально похожие изображения, источники покупок, веб-страницы, содержащие изображение, и многое другое. Аналитические данные, возвращаемые API визуального поиска Bing, аналогичны тем, которые показаны на bing.com/images.

API Поиска местного бизнеса (Bing Local Business Search API) позволяет приложениям находить контактную информацию и информацию о местоположении местных предприятий на основе поисковых запросов.

API Проверки орфографии Bing (Bing Spell Check API) позволяет выполнять контекстную грамматику и проверку орфографии текста. В то время как большинство средств проверки орфографии полагаются на наборы правил на основе словарей, средство проверки орфографии Bing использует машинное обучение и статистический машинный перевод для обеспечения точных и контекстуальных исправлений.

API Веб-поиска Bing (Bing Web Search API) – это RESTful сервис, который обеспечивает мгновенные ответы на запросы пользователей. Результаты поиска легко настраиваются для включения веб-страниц, изображений, видео, новостей, переводов и многого другого. Bing Web Search предоставляет результаты в формате JSON на основе релевантности поиска и подписок на веб-поиск Bing. При использовании веб-поиска Bing также можно подключить автозаполнение Bing (Bing Autosuggest). Bing Autosuggest API возвращает список возможных запросов, основанных на частично заполненной строке запроса в поле поиска. По мере ввода символов в поле поиска могут отображаться различные предложения в выпадающем списке.

# **DECISION**

Компонент Decision состоит из следующих сервисов:

* Anomaly Detector;
* Content Moderator;
* Personalizer.

API Детектор аномалий (Anomaly Detector API) позволяет отслеживать и обнаруживать отклонения в данных временных рядов с помощью машинного обучения [17]. API Детектор аномалий адаптируется путем автоматического определения и применения наиболее подходящих моделей к данным, независимо от отрасли, сценария или объема данных. Используя данные временных рядов, API определяет границы для обнаружения аномалий, ожидаемые значения и точки данных, которые являются аномалиями.

Изображение выглядит как карта, текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 5.1 – Пример найденных аномалий с помощью Anomaly Detector

Anomaly Detector обладает следующими функциями:

* обнаружение аномалий по мере их появления в режиме реального времени. Позволяет обнаружить аномалии в потоковой передаче данных, используя ранее просмотренные точки данных, чтобы определить, является ли последняя точка аномалией. Эта операция приводит к созданию модели, которая использует отправленные точки данных и определяет, является ли целевая точка аномалией. Путем вызова API с каждой новой сгенерированной точкой данных, можно отслеживать данные по мере их создания;
* обнаружение аномалий набора данных в пакетном режиме. Используйте временной ряд, чтобы обнаружить любые аномалии, которые могут существовать в данных. Эта операция приводит к созданию модели, использующей все данные временных рядов, и каждая точка анализируется с помощью одной и той же модели;
* получение дополнительных сведений о данных. Позволяет получить полезные сведения о данных и любых наблюдаемых аномалиях, включая ожидаемые значения, границы и позиции аномалий.

Модератор контента (Content Moderator) – это когнитивнй сервис, который проверяет текст, изображения и видео на наличие материалов, потенциально оскорбительных, представляющих риск или нежелательных по иным причинам. При обнаружении таких материалов служба применяет к содержимому соответствующие метки (флаги). Затем приложение может обрабатывать помеченное содержимое для обеспечения соответствия нормативным требованиям или оставлять его как предполагаемую среду для пользователей.

Возможными сценариями применения Content Moderator являются:

* интернет-магазины с модерацией каталогов продукции и создаваемого пользователями содержимого;
* компании-разработчики игр, которые модерируют создаваемые пользователями игровые артефакты и чаты;
* социальные платформы для обмена сообщениями с модерацией изображений, текста и видео, добавляемых пользователями;
* корпоративные медиакомпании, внедряющие централизованную модерацию своего содержимого.

Персонализатор (Personalizer) – это облачный сервис, который позволяет выбрать максимально удобный режим работы для своих пользователей, изучая их коллективное поведение в реальном времени. Персонализатор использует модели машинного обучения для обнаружения действия, которому следует назначить наивысший приоритет в контексте. Клиентское приложение предоставляет список возможных действий с информацией о них, а также сведения о контексте, которые могут содержать информацию о пользователе, устройстве и т.д. Персонализатор определяет действие, которое нужно предпринять. Как только клиентское приложение использует выбранное действие, оно отправляет отзыв в Персонализатор в виде оценки вознаграждения. После получения отзыва Персонализатор автоматически обновляет свою модель, используемую для будущего ранжирования. В течение времени Персонализатор будет обучать одну модель, которая сможет предложить на выбор наиболее подходящие действия в каждом контексте на основе признаков.

# **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Подводя итог можно сделать вывод, что Azure Cognitive Services покрывает все области user experience в бизнес-проектах за счет покрытия всех возможных вариантов взаимодействия пользователей с приложениями.

С помощью компонента Vision появляется возможность обрабатывать графическую информацию, поступающую от клиентов и соответствующе реагировать на приходящий контент, определяя различные параметры, такие как объекты и их расположение на картинке, ее цвет, идентификация людей на фотографиях и поиск их по базе данных знаменитостей, создание описание картинок, которое в последствии можно использовать в различных направления Azure Logic Apps.

Speech позволяет расширить область взаимодействия с клиентами за счет создания автоматизированных систем общения или улучшения текущих средств коммуникации. Также можно создавать системы безопасности, построенные на аутентификации по голосу клиента.

За счет Language можно увеличить область покрытия приложения при применении хорошо обученного машинного перевода, который работает более чем с 60 языками. Можно извлекать ключевые фразы и тональность из сообщений или отзывов клиентов, чтобы иметь представление о том, как клиенты относятся к компании или бренду и почему.

Компонент Web Search помогает подгружать контент пользователям из Bing, а с помощью различных API можно по необходимости настраивать выдачу клиенту. Такую настройку можно произвести над любым цифровым контентом, который пытается найти пользователь, от изображений до местных геоданных.

При работе с данными и выявлениями в них аномалий можно применять компонент Decision. Этот компонент также позволяет модерировать контент, что может быть особенно полезно в приложения или сервисах, где у пользователей есть возможность загружать свой контент. Не менее важной функций Decision является возможность предсказания поведения пользователя, который позволяет предсказать следующее действие пользователя и предложить ему подходящую информацию.

Не менее важным достоинством Azure Cognitive Services является то, что все ее компоненты и их функции имеют понятные, хорошо и подробно задокументированные APIs, что позволяет без особых знаний и опыта начать использовать все возможности когнитивного сервиса, что делает ACS одним из самых доступных способов начать знакомство с машинным обучением, чему также способствует различные курсы и книги выпускаемые Microsoft для обучения искусственному интеллекту.

# **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Руководство разработчика по Azure / Microsoft. – Redmond, 2019.
2. Microsoft Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/welcome /](https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/welcome%20/).
3. Microsoft Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/computer-vision/.
4. Microsoft Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/computer-vision/home.
5. Microsoft Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/Custom-Vision-Service/home.
6. Microsoft Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/face/.
7. Microsoft Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/form-recognizer/.
8. Microsoft Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/ink-recognizer/.
9. Microsoft Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/media-services/video-indexer/>.
10. Microsoft Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/speech-service/.
11. Microsoft Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/speaker-recognition/home.
12. Microsoft Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/luis/.
13. Microsoft Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/qnamaker/index.
14. Microsoft Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/text-analytics/.
15. Microsoft Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/translator/.
16. Microsoft Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/bing-news-search/.
17. Microsoft Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/anomaly-detector/.