

Возможность решения проблем реализации дополненной реальности с помощью алгоритмов нечеткой логики

Л. П. Козлова

Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
tigrenok59@mail.ru

О. А. Козлова

Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
k_olga_a@mail.ru

Аннотация. Дополненная реальность уже давно стала частью как промышленной сферы, так и обычной жизни. Однако, до сих пор остается множество сложностей, связанных с корректной работой данной области моделирования, причем проблемы аппаратной реализации тесно связаны с проблемами программной части. Огромную роль тут играет реализация алгоритма распознавания образов, решением проблем которого может стать введение методов нечеткой логики.

Ключевые слова: дополненная реальность; распознавание образов; эталонная база; нечеткие алгоритмы

I. ВВЕДЕНИЕ

Объектное моделирование всегда неоднозначный процесс, связанный с множеством аспектов. Если поставлена не абстракция, а конкретная задача, то на конечный результат всегда влияет совокупность персонализаций. В таком контексте создание физической модели всегда затруднено, а иногда и невозможно. К тому же, допущения, которые приходится делать из-за сложности реализации или первичной незначительности, могут негативно повлиять на конечный результат. Виртуальное моделирование, с этой точки зрения, дает возможность учитывать гораздо больше спецификаций, соответственно, давать более точные результаты.

Среди прочих методов виртуального моделирования выделяется возможность создания дополненной реальности. Такой подход дает наглядный результат, применимый в разных областях человеческой деятельности. Однако, не смотря на то, что существует несколько методологий его построения и немало практических реализаций, все еще остаются неразрешимым множество проблем, связанных с программно-аппаратным комплексом.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В отличие от большинства виртуальных технологий, дополненная реальность не создает полностью абстрактный мир. Вместо этого, она интегрирует прорисованные объекты среди физических тел. Важным показателем тут является реалистичность, за которую отвечает реализация, опирающаяся, в свою очередь, на

принципы человеческого восприятия: зрение, слух, осязание, обоняние.

Разумеется, первичным является зрительное восприятие картинки. Для более точной ее реализации необходимо учитывать следующие параметры:

- точность прорисовки: если цветовая гамма может быть нестандартной для реального мира (в конце концов, эта модель может реализовывать несуществующие предметы), то плавность линий, наличие углов там, где они не предполагаются и другие шероховатости испортят объект, особенно его трехмерную модель;
- масштаб объекта: если просто уменьшенный объект может быть воспринят как настоящий, то при перемещении его в пространстве должно реализовываться его масштабирование так, как изменилось бы восприятие реального объекта при удалении или приближении;
- воспроизведение объекта на устройстве вывода - хорошо видные пиксели, из которых состоит картинка или помехи техники сильно уменьшат реалистичность.

Соответственно, реализацию задачи создания дополненной реальности можно поделить на две части:

- выбор и настройку аппаратной части;
- разработку программного алгоритма.

Именно в данной задаче сложно отделять и отдельно воспринимать программную и аппаратную часть, поскольку ошибки одной, влияют на другую.

III. РЕАЛИЗАЦИЯ ДОПНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Принципов программной реализации дополненной реальности существует несколько:

1. Построение реальности на основе маркеров. Такие технологии требуют наличие рисунка-маркера, для того чтобы можно было отобразить заданные параметры. Рисунком может служить любое сочетание объектов.

Классическим примером тут служит всем известный QR-код.

Все основные сложности такого метода, при условии корректности реализованного алгоритма, сводятся к считыванию маркера, за которое отвечает совокупность аппаратной части, в виде камеры, и программной части в виде реализации системы распознавания образов.

Система распознавания образов опирается на эталонную базу, соответственно объект, попадающий в камеру для считывания должен быть полностью идентичным заданному образцу, в противном случае, идентификация такого объекта будет затруднена, либо невозможна. К этому могут привести различные факторы:

- некачественная прорисовка маркера, имеющая помехи, в виде несуществующих в эталоне разрывов сплошных линии или наличия посторонних штрихов, например, из-за некачественной печати, т.п;
- из-за физических особенностей расположения, маркер может не попадать в считывающее устройство полностью;
- из-за проблем со светопередачей, например, ввиду плохого освещения, солнечных бликов, т.п., камера может недостоверно захватывать картинку маркера.

2. Безмаркерные технологии более интересны в применении, поскольку не требуют расположения специальных картинок на объекте. И действительно, сложно представить наличие того же QR-кода, к примеру на картине в музее. Вместо этого, такие алгоритмы реализуют распознавания реальных объектов.

В первую очередь тут важны плоские поверхности, к которым может прицепиться проецирующийся виртуальный объект; углы, которые могут помешать движению модели в пространстве, т. д.

Необходимо вспомнить, что реализация математической модели дополненной реальности происходит на процессоре. Также необходимы оперативная память, флэш-память и каналы связи. При этом, эталонная база, для качественной работы системы, в данном случае требует обширности и возможности расширения, в ряде случаев с использованием алгоритмов самообучения. Вывод напрашивается простой: при отсутствии качественных характеристик аппаратной части, реализация такого алгоритма приведет к замедлению воспроизведения на устройстве отображения, либо вообще отказу системы.

К тому же, все проблемы, указанные выше для маркерного метода, относятся и к безмаркерному.

3. Геопозиционные технологии, основанные на определении сигналов *GPS*. Их зачастую относят к безмаркерному типу, но есть отличия. Для таких систем важно наличие в аппаратной части таких составляющих как акселерометр, гироскоп, цифровой компас. Именно

благодаря ним система распознавания распознает положение.

С одной стороны все просто: большинство современных смартфонов и прочих мобильных устройств, которые, зачастую, применяются для воспроизведения дополненной реальности, позиционируют наличие этих составляющих. Однако, на практике, далеко не все могут похвастаться качественными реализациями.

4. Технологии проецирующие изображение за счет светового отображения на реальные поверхности – является самым сложным для реализации в бытовом применении, поскольку стандартные устройства отображения не могут его реализовать.

Исходно, в данной системе берется реальный объект, на который накладывается картинка, состоящая из синтетического света.

С точки зрения программно-аппаратного комплекса в ряде реализаций возможно физическое воздействие на наложенное изображение.

5. В ряде случаев выделяются системы, позволяющие с помощью экрана, в качестве которого может служить современный смартфон или планшет, наложить картинку на реальный объект таким образом, чтобы закрыть его несуществующим изображением.

Такие системы очень удобны в задачах моделирования, однако, ключевым моментом в них является система распознавания образов.

Сложность может представлять все то же, что характерно для маркерной и безмаркерной технологии [1].

Исходя из рассмотренных принципов, видно, что за конечный продукт отвечают два основных аспекта:

1. Грамотный выбор аппаратной части. Так скорость обработки данных, а значит и проецировании объекта зависит от выбранного процессора и оперативной памяти. Для позиционирования графического объекта, очень важны хорошие акселерометр, гироскоп и цифровой компас. Ну и для реалистичного восприятия невозможно обойтись без средства отображения с высоким разрешением: смартфонов, планшетов, очков т. п.

2. Программная часть, без сомнения зависит от грамотного алгоритма. Но тут есть сложность, поскольку самой важной его частью, вне зависимости от принципа реализации дополненной реальности, является система распознавания образов, которая получает исходный объект из реального мира в режиме реального времени и зависит от физических характеристик окружающей среды.

Для уменьшения ошибок воспроизведения целесообразно использовать системы, основанные на нечеткой логике и позволяющие не жестко привязывать объекты к эталону, а относить их нескольким вариациям с определенной степенью принадлежности.

IV. СИСТЕМА РАСПАЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЧЕТКИХ АЛГОРИТМОВ

В общем случае задачу распознавания образов, применительно к дополненной реальности можно разделить на следующие этапы:

1. получение изображения реального объекта с камеры;
2. разбиение общего изображения на отдельные, сколь угодно малые, которые можно считать цельными объектами;
3. классификация полученных примитивов в соответствии с эталонной базой;
4. вывод конечного результата.

Нечеткие системы тут применимы на этапе классификации.

Последовательность алгоритма классификации описывается следующим образом:

- выделенные объекты образуют первичную информацию M , поступающую на вход алгоритма;
- исходя из поставленной задачи, формируются признаки классификации x_i , $i=1, \dots, N$, где N – определяет общее значение. В соответствии с данными признаками, выделенные объекты формируют примитивы ω . Далее формируется совокупности признаков относительно каждого примитива ω : $I(\omega) = (x_1(\omega), x_2(\omega), \dots, x_N(\omega))$.

Отсюда происходит разделение на подмножества Ω_i общего массива исходной информации, при этом соблюдается: $M = \cup_{i=0}^m \Omega_i$, где m – общее число возможных или определенных классов.

- далее происходит процедура соответствия элементов базы эталонов I_0 и определенной совокупности признаков $I(\omega)$;
- при достижении идентичности совокупности $I(\omega)$ примитива ω и элемента I_0 , определяется принадлежности примитива к классу. Далее устанавливается значение предиката как $P_i = (\omega \in \Omega_i), i=1 \dots m$; после чего производится расчет предиката:

$$a_i \in \{0, (\omega \notin \Omega_i), 1(\omega \in \Omega_i), \Delta(\text{неизвестно})\};$$

после чего производится расчет предиката для каждого ω :

$$a(\omega) = (a_1(\omega), \dots, a_m(\omega)).$$

- завершающим этапом является сравнение полученных результатов с желаемыми. Если они идентичны, то делается вывод о достижении цели работы алгоритма [2].

Дополнительной сложностью в работе алгоритма является задача формирования базы эталонов.

В некоторых алгоритмах предполагается изначально сформированная совокупность эталонов. Однако, если речь идет, например о моделировании технологических процессов с помощью систем дополненной реальности, уместнее использовать системы, позволяющие выделить характерные черты окружающего пространства, в соответствии с признаками классификации и использовать наиболее встречающиеся повторения в процессе работы алгоритма.

Для обеспечения возможности самостоятельного расширения базы необходимо выделить несколько правил:

- априорная возможность изменения количества эталонов в базе;
- возможность внесения изменений в уже имеющиеся эталоны;
- наличие алгоритма, отвечающего за определение уместности нового эталона.

Сложность формирования эталонной базы определяется следующими особенностями:

- схожесть признаков, на основе которых производится классификация данных;
- могут быть допущены структурные ошибки при формировании исходных эталонов;
- сложность формирования эталона в случае изменчивого характера его прототипа;
- невозможность полного подтверждения свойств эталона – происходит при заимствовании из другой базы.

В последнем случае, применяется принцип доверия к новым объектам. Он носит вероятностный характер, а значит возможна ситуация, что эталон из переносимой базы, не соответствует критериям новой.

При необходимости подтверждения доверия к эталону необходимо опираться на следующее правило: при переносе эталонов в новую базу должны применяться ее вероятностные характеристики [3].

Вопрос достоверности эталона рассматривается в различных задачах, таких как:

- безопасность технических систем;
- теории игр;
- системах принятия решений, т. п.

При внесении концепции нечеткой логики появляется понятие степени принадлежности объекта к сформированному классу. В этом случае, обязательно должно выполняться правило: сумма всех степеней принадлежности всегда равна единице.

Алгоритмически внесение нечеткого аппарата можно разделить на следующие этапы:

- фазификация, при которой вносится лингвистическая переменная, выражающаяся в

лексических терминах, а для алгоритма предполагающая расстояние;

- расчет алгоритма, использующего степень принадлежности $C = \{MF(\omega) / \omega\}$, где C – нечеткое множество, а $MF(\omega) \in [0, 1]$;
- дефазификация – процесс перевода параметра к конкретному значению.

Благодаря множеству C при совокупности прочих параметров возможно присвоение объекту соответствие эталону, невозможное при классическом подходе.

Выбор лингвистических переменных при фазификации можно считать как достоинством, поскольку он может учитывать просторечные выражения, такие как «немного меньше» или «чуть больше», так и недостатком, поскольку отчасти определяется субъективным восприятием разработчика [4].

Другой сложностью является дефазификация, имеющая сложный математический аппарат, что делает систему сложнее для реализации и дороже.

Тем не менее, при учете всех аппаратных сложностей систем дополненной реальности, внесение нечетких алгоритмов может способствовать решению проблем, связанных с работой алгоритмов распознавания образов.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Системы дополненной реальности, по сути, стоят только на начальном этапе своего существования. Наличие большого количества проблем все еще препятствует использованию их в сверхточных системах. Однако уже существующие системы показывают, что их потенциал велик, а внесение нечетких алгоритмов может конструктивно повлиять на преодоление ряда сложностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Яковлев Б.С., Пустов С.И. Классификация и перспективные направления использования технологии дополненной реальности // Известия ТулГУ. Технические науки. 2013. № 3. С. 484–492.
- [2] Поршнева С.В., Левашкина А.О. Универсальная классификация алгоритмов сегментации изображений [Электронный ресурс] // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. 2008. № 3. С. 23 URL: <http://jurnal.org/articles/2008/inf23.html> (дата обращения 06.02.2021).
- [3] Козлова О.А., Козлова Л.П. Роботы тоже могут видеть // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2010, вып 10. С. 47–52.
- [4] Kozlova Lyudmila P., Belov Aleksandr M., Kozlova Olga A. The Use of Neural Networks for Planning the Behavior of Complex Systems / Proceedings of the 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus) January 29- February 1, 2018 Saint Petersburg, Russia С. 902-904 DOI: 10.1109/EIConRus.2018.8317234