

свои действия, свою стратегию управления с действиями другого игрока. В теории игр одним из самых известных равновесий является *равновесие Нэша*.

Наша задача: уставить наличие равновесий Нэша в случае игры с ненулевой суммой. Рассматривать игру с ненулевой суммой вполне разумно, поскольку «выигрыши» наших игроков слабо связаны.

Если игрок формирует «свое» управляющее действие в виде только функция времени $u(t)$ на протяжении всей игры, то $u(t)$ – это программное управление игрока. Однако игрок может выбрать свое собственное управление в зависимости от положения x системы в момент времени t . В этом случае игрок конструирует управляющее действие в виде функции $u(t, x)$, которая уже зависит от позиции x . Поэтому для $u(t, x)$ используется термин *позиционное управление*. Часто пишут просто $u(x)$.

Будем искать позиционное управление или позиционное равновесие по Нэшу, применяя теорию, изложенную в [3].

Вводя для (1) обозначения

$$f(x) = -x^5, g_1(x) = -x^5, g_2(x) = 1, u_1 = p - p_0, u_2 = \tau - \tau_0,$$

и полагая

$$V_1(x) = V_2(x) = \frac{1}{2}x^2, Q_1(x) = x^6 + \frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{2}x^2 > 0, Q_2(x) = x^6 + \frac{1}{4}x^2 + \frac{1}{2}x^4 > 0,$$

мы легко убеждаемся, что справедливы уравнения Гамильтона-Якоби:

$$Q_1 + V_1' f(x) - \frac{1}{4} [g_1(x)]^2 [V_1']^2 - \frac{1}{2} [g_2(x)]^2 V_1' V_2' = 0,$$

$$Q_2 + V_2' f(x) - \frac{1}{4} [g_2(x)]^2 [V_2']^2 - \frac{1}{2} [g_1(x)]^2 V_1' V_2' = 0,$$

и выполнены условия теоремы 10.4-2 из [3].

Тем самым гарантируется существование равновесного управления Нэша:

$$J_1(u_1^*, u_2^*) \leq J_1(u_1, u_2^*),$$

$$J_2(u_1^*, u_2^*) \leq J_2(u_1^*, u_2),$$

для любых u_1, u_2 , задаваемого формулами

$$u_1^* = p^* = p_0 - \frac{1}{2}x^2, u_2^* = \tau^* = \tau_0 - \frac{1}{2}x$$

с выигрышными функциями

$$J_i(x, p, \tau) = \int_0^{+\infty} [Q_i + u_i] dt, i = 1, 2.$$

Заключение. В данной работе мы нашли стратегию управления, которая гарантирует наличие равновесного состояния, в котором могут пребывать компьютерные системы, подвергаемые DDoS-атакам.

1. DDoS-атаки: виды атак и уровни модели OSI [Электронный ресурс]. URL: <https://www.reg.ru/support/hosting-i-servery/bezopasnost-hostinga/ddos-ataki-vidy-atak-i-urovnev-modeli-OSI> [Дата обращения 15.11.2020].

2. Гуц, А.К. Описание DDoS-атаки с помощью катастрофы «сборка» / Гуц А.К., Лавров Д.Н. // Математические структуры и моделирование. – 2013. - Вып.27. - С.42-45.

3. Lewis, F. Optimal Control / LewisF., VrabieD.,Symos V.– New Jersey: JohnWiley & Sons, Inc., 2012.–540 p.

МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ В КОНЦЕПЦИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Д.А. Довгулевич

Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

В современном мире, благодаря развитию технологий появилась концепция, суть которой объединения различных бытовых и промышленных устройств в единую сеть для взаимодействия между собой и внешним миром. Эта концепция получила название Интернет Вещей (Internet of Things) или сокращенно IoT.

По мимо непосредственно межмашинному взаимодействию, основным вопросом стоит взаимодействие устройств и окружающего мира. По аналогии с человеком, для этого им необ-

ходима реализация органов чувств. Самым информативным чувством является зрение. Поэтому системы машинного зрения для развития концепции интернета вещей крайне важны [1].

Целью исследования являлось изучение специфики систем машинного зрения применительно к концепции интернета вещей и выявление основной проблематики и специфике применения машинного зрения в IoT устройствах.

Материал и методы. Материалом для исследования послужили современные системы интернета вещей и их программное обеспечение. При проведении исследований применялись общепризнанные методы научного познания, а также процедурные методы разработки и исследования программного обеспечения.

Результаты и их обсуждение. Сами по себе алгоритмы и комплексы программ для систем машинного зрения являются активно развивающимся направлением наук с 80х годов прошлого века. На данный момент разработано множество алгоритмов распознавания образов, которые активно применяются для решения различных задач. Основная проблема — это необходимость большой производительности от систем, которые занимаются расчетами данных алгоритмов.

Для умных устройств, являющихся частью интернета вещей, часто требуется автономность, и соответственно, использовать высокопроизводительные вычислительные системы в них невозможно. А значит, необходимо либо использовать систему облачных вычислений, т.е. передавать изображения или видеопоток для распознавания на высокопроизводительный сервер.

Главным недостатком такого способа является необходимость наличия канала связи. Обычно в системах интернета вещей используются беспроводные технологии передачи данных, с упором на низкое энергопотребление и высокую дальность, в ущерб скорости передачи данных[2]. Это может вызывать достаточно большие задержки между запросом на сервер и ответом. В отдельных случаях они могут достигать нескольких секунд. Что делает невозможным использовать данный вариант в системах, требующих быстрого принятия решений.

Второй вариант каким-либо образом оптимизировать алгоритмы распознавания для маломощных систем, за частую жертвуя скоростью и точностью вычислений. Такой способ обладает теми же недостатками что и первый.

Оптимальным вариантом является распределение вычислений между сервером и устройством. Устройство проводит первичную обработку изображения и в том числе его сжатие, для ускорения передачи данных, далее полученное изображение отправляется на сервер, где выполняется основная часть вычислений и далее данные отправляются обратно. Такой способ позволяет снизить требования к вычислительной мощности устройства и к скорости канала передачи данных [3]. Как пример, данный метод может применяться, например, в системах дополненной реальности. Благодаря чему снижается вес головного устройства без существенных потерь времени отклика [4].

Заключение. Машинное зрение занимает важную роль с развития концепции интернета вещей, т.к. зрение является одним из эффективнейших способов воспринимать окружающий мир. Главной проблемой использования данной технологии это большие требования к производительности конечных устройств либо скорости канала передачи данных. Оптимальным способом уменьшения этих требований является делегирование части вычислений на внешний сервер, предварительно обработав и сжав передаваемое изображение. Это позволит снизить требования вычислительной мощности и увеличить автономность устройств, входящих в систему интернета вещей.

1. The Internet of Things. How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything/ Dave Evans // Cisco White Paper 11 April 2011.

2. Применение технологии LoRa для построения LPWAN на территории Республики Беларусь / Д.А Довгулевич // Молодость. Интеллект. Инициатива: материалы VII Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Витебск, 18 апреля 2019 г. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. - Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2019. - С. 13-14.

3. Разработка и исследование комплекса моделей трафика и методов оценки качества для дополненной реальности // Маколкина Мария Александровна // Санкт Петербург – 2019

4. Разработка программного обеспечения для одноплатной вычислительной системы с позиционированием / Д.А Довгулевич // Молодость. Интеллект. Инициатива: материалы VI Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Витебск, 19 апреля 2018 г. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. - Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2018. - С. 18-19.