

УДК 004.056.2

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОДЕРЖАТЕЛЬНОЙ ЦЕЛОСТНОСТИ ИНФОРМАЦИИ НА
ОСНОВЕ КОМБИНАЦИИ МЕТОДОВ РЕПУТАЦИИ, ДОВЕРИЯ И КАЧЕСТВА
ДАННЫХ В ГРУППЕ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Чупров С.С. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Комаров И.И.
(Университет ИТМО)

В работе предложен подход на основе оценки качества данных, передаваемых между участниками группы БТС. Для оценки целесообразности использования подхода были проведены экспериментальные исследования с использованием симулятора движения БТС на перекрестке автомобильных дорог. Результаты экспериментов показали, что использование подхода позволяет повысить содержательную целостность передаваемой информации.

Введение. Управление трафиком беспилотных автономных транспортных средств (БТС) представляет собой одну из основных проблем в рамках концепции «умного» города. Однако, как и любые информационные системы, БТС подвержены различным угрозам информационной безопасности. Помимо традиционных информационных атак, иницируемых злоумышленником из внешних источников, существуют также так называемые «мягкие» типы атак. Такие атаки могут быть иницированы агентом, уже авторизованным в системе, и изначально подразумевающимся как безвредный. Для борьбы с такими атаками необходимы более продвинутые механизмы, одним из которых является подход на основе репутации и доверия в сочетании с концепцией качества данных, предложенной в данной работе.

Основная часть. Для обеспечения содержательной целостности информации при её хранении, обработке и передаче между участниками группы БТС было предложено использовать подход на основе репутации и доверия. Такой подход получил популярность в сфере электронной коммерции и аукционов, где имеется несколько типов пользователей (например, продавцы и покупатели) и существует необходимость в формировании некоторого рейтинга, который отражает добросовестность того или иного участника. Под добросовестностью обычно понимается субъективная оценка корректности действий другими участниками системы, на основе такой оценки формируется рейтинг пользователя. В общем случае, чем корректней ведёт себя пользователь, тем выше его рейтинг. Преимуществом такого подхода является возможность выявлять пользователей, действия которых, по мнению других участников, не приносят пользы системе, либо оказывают деструктивное воздействие на неё.

Данный подход был ранее адаптирован в группе БТС, где деструктивные действия участников могут иметь серьёзные последствия – от построения неоптимального маршрута до дорожно-транспортного происшествия и нанесения вреда другим участникам движения. Однако, у подхода на основе репутации и доверия есть значительный недостаток – при инициализации работы системы, либо при присоединении нового участника к группе, невозможно объективно оценить показатель репутации, так как участники ещё не обменивались никакими данными или не совершали никаких действий. В таком случае показатель репутации обычно инициализируется константой (например, 0,5), что очевидно не имеет отношения к объективной или субъективной оценке на основе передаваемых данных или совершенных действий. В данной работе предложено использовать подход на основе оценки качества передаваемых (Data Quality, *DQ*) между участниками, и использовать такую оценку для инициализации показателя репутации в тех случаях, когда этого невозможно сделать на основе мнений других участников.

В качестве допущения, в данной работе подразумевается, что все участники группы являются гетерогенными (обладают одинаковым набором характеристик, при этом значения этих

характеристик могут быть различны). На каждом шаге работы системы предлагается оценивать характеристики каждого участника группы. В данной работе, в качестве групп характеристик предлагается использовать группу характеристик сенсоров (например, разрешение изображения, получаемого с бортовой камеры; точность распознавания объектов на изображении и т. д.), группу программно-аппаратных характеристик (текущая загруженность процессора; текущая загруженность оперативной памяти и т. д.) и группу характеристик безопасности (версия операционной системы; версия протокола обмена данными и т. д.). Предполагается, что если характеристики участника отклоняются от нормальных, то оценка качества передаваемых им данных снижается. Например, в случае если разрешение изображения, получаемого с бортовой камеры, отличается от нормального в худшую сторону, можно сделать вывод о низком качестве передаваемых БТС данных. На основании такой оценки в соответствии с некоторой функцией $f(DQ)$ вычисляется числовое значение, которое используется для инициализации значения показателя репутации.

В качестве оценки целесообразности использования подхода были проведены экспериментальные исследования с использованием ранее разработанного и доработанного симулятора разъезда БТС на перекрёстке автомобильных дорог. В симуляторе БТС движутся по случайным, оптимальным маршрутам из точки А в точку Б, а также передают друг другу данные о возникших перед ними препятствиях и своём текущем местоположении в каждый момент времени работы системы. БТС могут передавать как корректные данные, так и нет. Целью экспериментального исследования является проверка гипотезы о том, что БТС, изначально имеющие отличные от нормальных характеристики, будут более точно обнаруживаться другими участниками с использованием подхода на основе качества данных по сравнению с классическим подходом репутации и доверия, в котором начальное значение репутации задаётся как 0,5. В качестве допущения, в данной работе вручную перед началом симуляции задавались значения показателя DQ для БТС, имеющих нормальные характеристики и отличные от нормальных. Для БТС с нормальными характеристиками значение $DQ = 0,8$, для БТС с характеристиками, отличными от нормальных $DQ = 0,2$. Было проведено три группы экспериментов, с 3, 10 и 20 БТС в группе. Количество БТС, передающих некорректные данные (нарушителей) также варьировалось:

- для группы из 3 БТС: 1 и 2 нарушителя;
- для групп из 10 и 20 БТС: 10%, 30% и 60% нарушителей от общего числа участников группы.

В качестве метрик оценивались ошибки первого и второго рода (False Positive и False Negative) при классификации переданных данных как корректных и как некорректных.

В результате проведённых экспериментов подход с использованием качества данных показал хоть и небольшое, но снижение ошибок False Positive и False Negative для всех групп БТС по сравнению с использованием константы 0,5 для инициализации значения репутации, что говорит о целесообразности его дальнейшего развития и использования.

Выводы. В работе был предложен подход на основе оценки качества передаваемых данных для инициализации начального значения репутации при передаче информации между участниками группы БТС. Для оценки целесообразности использования подхода были проведены экспериментальные исследования с использованием программного симулятора движения БТС на перекрёстке автомобильных дорог. Результаты экспериментов показали, что использование предложенного подхода позволяет повысить содержательную целостность передаваемой информации в группе БТС по сравнению с использованием константы в качестве инициализирующего значения репутации.

Чупров С.С. (автор)

Комаров И.И. (научный руководитель)