

Научно-исследовательская практика

Обзор статьи “An Ethical Trajectory Planning Algorithm for Autonomous Vehicles”

Выполнили:

Шаврин А.П., гр. 1304
Ефремов А.А., гр. 1304
Макки К.Ю., гр. 1304

О статье

Оригинальное название: An Ethical Trajectory Planning Algorithm for Autonomous Vehicles.

Русскоязычное название: Алгоритм этического планирования траектории для автономных транспортных средств.

Авторы: Maximilian Geisslinger, Franziska Poszler, Markus Lienkamp.

Год: 2022

Цель и задачи исследования

Цель: Разработка этического алгоритма для планирования траектории автономных транспортных средств (АТС) с справедливым распределением риска.

Актуальность: Актуальность этой статьи обусловлена растущими опасениями по поводу этических последствий автономных транспортных средств. Этот алгоритм предоставляет потенциальное решение, позволяя транспортным средствам принимать этические решения в сложных ситуациях.

Цель и задачи исследования

Задачи:

1. Разработка этического алгоритма для планирования траектории автономных транспортных средств (АТС) с справедливым распределением риска.
2. Выбор набора траекторий, обеспечивающих минимальный возможный риск.
3. Расчет показателей суммарных траекторных издержек для выбранных допустимых траекторий с использованием основных этических принципов.
4. Проведение сравнительного анализа распределения рисков между разработанным этическим алгоритмом и другими существующими методами планирования траектории.

Соответствие результата, цели и задач

Итогом работы авторов стал разработанный этический алгоритм для планирования траектории АТС. Справедливость распределения риска была подтверждена эмпирически в разделе “Результаты (ориг. Results)” - этический алгоритм способствует снижению общего риска для всех участников дорожного движения при планировании траектории в сравнении с эгоистичным и стандартным. Таким образом, поставленная цель была достигнута.

Соответствие результата, цели и задач

Генерация всех траекторий движения АТС с этически нейтральными расчетами значений риска и присвоением их для каждой траектории.

В разделе “Расчеты Риска (ориг. Risk Calculation)” авторы сгенерировали все траектории движения АТС с помощью нейросетевой модели. Для каждой траектории авторы рассчитали этически-нейтральные значения риска по выведенным математическим формулам. Таким образом, первая задача была выполнена.

Соответствие результата, цели и задач

Выбор набора траекторий, обеспечивающих минимальный возможный риск.

В разделе “Максимально Допустимый Риск (ориг. Maximum Acceptable Risk)” авторы ввели понятие максимально допустимого риска, который определяет, какая траектория разрешена, а какая - только при отсутствии других вариантов. Согласно этой концепции, авторы классифицируют траектории на четыре уровня валидности. Выбор наиболее благоприятной траектории осуществляется с самого высокого уровня валидности. Таким образом, вторая задача была выполнена.

Соответствие результата, цели и задач

Расчет показателей суммарных траекторных издержек для выбранных допустимых траекторий с использованием основных этических принципов.

В разделе “Распределение рисков (ориг. Risk Distribution)” авторы рассчитали суммарные издержки для траекторий, находящихся в пределах наивысшего доступного уровня валидности. Были выделены критерии, влияющие на оценку маршрута: мобильность, безопасность и комфорт. Для расчета стоимости безопасности была использована взвешенная сумма четырех этических принципов: Байесовский, Равенства и Максимины, описанных в разделе “Принцип Байеса, Равенства и Максимины (ориг. Bayes, Equality & Maximin Principle)”, а также Принцип Ответственности из одноименного раздела (ориг. Responsibility Principle). Таким образом, третья задача была выполнена.

Соответствие результата, цели и задач

Проведение сравнительного анализа распределения рисков между разработанным этическим алгоритмом и другими существующими методами планирования траектории.

В разделе “Результаты (ориг. Results)” авторы провели сравнительный анализ этического алгоритма с эгоистичным и стандартным алгоритмами в 2000 симуляционных сценариях. Были проанализированы риски, возникающие в результате различных подходов к планированию, а также смоделированные несчастные случаи и связанный с ними ущерб. Для наглядности анализа были приведены соответствующие графики - График Риска и График Суммарного Ущерба. Результаты показали, что разработанный алгоритм эффективнее и справедливее по сравнению с другими. Таким образом, четвертая задача была выполнена.

Достигнутый результат

Чем именно является результат: Результат исследования представляет собой этический алгоритм планирования траектории для автономных транспортных средств в соответствии с нормативными указаниями и рекомендациями по предотвращению аварий.

Характер результата: Результат исследования носит прикладной характер, так как конечным продуктом исследования является алгоритм, готовый к использованию автономными транспортными средствами для повышения безопасности на дороге.

Факторы обеспечивающие этичность алгоритма

1. Рассмотрение ущерба без учета:
 - Суждения о том, какой физический вред более серьезный.
 - Материального ущерба.
 - Личностных характеристик, таких как возраст, пол или показатели качества жизни.
2. Учет степени защищенности участников дорожного движения - защищенные (автомобили, грузовики и т.д.), незащищенные (пешеходы, велосипедисты и т.д.)
3. Использование различных стоимостных функций в зависимости от наивысшего доступного уровня валидности траектории.

Факторы обеспечивающие этичность алгоритма

4. Перевод принципов этического распределения в математическое представление в виде суммарных траекторных издержек, объединяя такие принципы, как принцип Байеса, равенства, максимина и ответственности.

- Использование принципа Байеса для минимизации общего риска.
- Использование принципа равенства для равномерного распределения рисков между участниками дорожного движения, чтобы использование принципа Байеса не создавало смещения с исключительно высокими рисками для отдельных участников дорожного движения в пользу низкого общего риска.
- Использование принципа максимина для отдельного рассмотрения вероятности столкновения и вреда.
- Использование моральной ответственности для учета справедливости и гарантии, что участники дорожного движения ведут себя ответственно.

Границы применимости результата и степень универсальности

Технические ограничения включают вычислительную сложность алгоритма, необходимость точной калибровки датчиков и ограниченность информации, которую можно передать алгоритму.

“For ethical decisionmaking, however, we must acknowledge the limited information that can reasonably be provided to the algorithm from a technical point of view”

Технические ограничения полученного результата

Технические ограничения включают вычислительную сложность алгоритма, необходимость точной калибровки датчиков и ограниченность информации, которую можно передать алгоритму.

“For ethical decisionmaking, however, we must acknowledge the limited information that can reasonably be provided to the algorithm from a technical point of view”

Недостатки результата

Недостатком решения может быть его сложность в реализации и необходимость дополнительной адаптации для различных сценариев дорожного движения, алгоритм не охватывает всех этических аспектов.

“However, a particular parameter set may not apply universally. Different countries, cultures, or even individuals may demand different ethical emphases.”

Качество списка литературы

В статье использовано 39 литературных источников. Данный перечень отличается высоким качеством и актуальностью. Он включает в себя как классические работы, такие как "A Theory of Justice" Джона Ролза 1971 года, так и современные исследования, опубликованные в ведущих научных журналах и конференциях в течение последних 15 лет.

Большинство цитируемых источников представляют собой научные статьи, опубликованные в рецензируемых журналах, что свидетельствует о тщательном подходе к выбору авторитетных источников. Кроме того, в списке литературы присутствуют работы, опубликованные в международных организациях, таких как Всемирная организация здравоохранения и Европейский союз, что демонстрирует широкий спектр информации, использованной авторами.

Качество иллюстративного материала

В статье представлены схематические рисунки, которые помогают визуализировать сложные процессы и концепции. Такие рисунки приобретают значимость, когда речь идет о технических темах, где визуальное представление может значительно улучшить понимание материала.

Особенно полезными являются графики сравнения алгоритмов, представленные в статье. Такие графики обеспечивают наглядное сопоставление различных подходов или методов, что помогает читателю лучше понять и сделать выводы об их эффективности. Они предоставляют объективные данные, которые можно анализировать и интерпретировать, основываясь на визуальной информации.

Заключение

В процессе научно-исследовательской практики была изучена представленная статья и проанализировано ее содержимое, определены цели исследования и списки задач, описаны области науки, в которой проводились исследования, а также методы, которые использовались авторами для обоснования достигнутых результатов и выводов. В результате было проанализировано соответствие результата цели и задачам статьи и подтверждено, что ожидаемые результаты действительно были достигнуты.

Предложенный в статье этический алгоритм планирования траектории для автономных транспортных средств представляет собой существенный вклад в область автономного вождения. Алгоритм основан на этических принципах, что гарантирует, что транспортное средство будет действовать в соответствии с человеческими ценностями.