

Нечеткая модель для предотвращения столкновений безэкипажного судна с другими объектами

Седова Нелли Алексеевна

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Магистрант

Аннотация

В настоящей работе приводится описание нечеткой системы, реализованной в среде FuzzyTECH, обеспечивающей принятие решения о необходимости маневра безэкипажного судна для безопасного расхождения с морскими объектами. Входными лингвистическими переменными являются пеленг и расстояние до морского объекта, а также относительный курс и коэффициент скорости. Создано 180 правил нечеткой продукции, реализован алгоритм нечеткого вывода, а также разработан пользовательский интерфейс приложения для автоматического определения необходимости изменения курса и скорости движущегося безэкипажного судна.

Ключевые слова: теория нечетких множеств, навигация, предотвращение столкновения, безэкипажное судно.

The prevent collisions fuzzy model for unmanned vessel

Sedova Nelly Alekseevna

Sholom-Aleichem Priamursky State University

master's student

Abstract

This paper describes a fuzzy system implemented in the FuzzyTECH environment, providing a decision to maneuver an unmanned vessel to avoid collision with sea objects. The input linguistic variables are the relative heading, speed coefficient, bearing and distance to the sea object. 180 rules of fuzzy production was created and fuzzy inference algorithm was implemented. An application user interface to automatically determine the need to change the course and speed of a moving unmanned vessel was developed.

Keywords: theory of fuzzy sets, navigation, collision avoidance, unmanned vessel.

Для морской навигации у судоводителей имеется в арсенале ряд технических средств, помогающих обеспечить безопасность мореплавания - это различные автоматизированные или автоматические системы, например, автоматические идентификационные системы, электронные картографические навигационно-информационные системы и т.д. Тем не менее, принимая решение о маневре, судоводители помимо следования Международным правилам предотвращения судов в море, опираются на так

называемую «хорошую морскую практику» - т.е. свой накопленный опыт безаварийной навигации, а имеющиеся технические автоматизированные или автоматические системы лишь упрощают процесс навигации.

В случае с безэкипажными судами, когда на судне нет команды, члены которой на базе имеющейся информации принимают решение относительно сложившейся ситуации, имеется актуальная необходимость в создании автоматических систем, в частности, для автоматического предупреждения столкновений в море. В настоящей работе приводится реализация в программной среде FuzzyTECH [1, 2] нечеткой системы, направленной на принятие решения относительно изменения скорости или курса безэкипажного судна в случаях, когда автоматическая система принимает решение о необходимости принимать какие-либо действия с целью недопущения столкновения с объектом, который является опасным для безэкипажного судна.

Структура нечеткой модели для предотвращения столкновений безэкипажного судна представлена на рис. 1, при этом на рисунке через B обозначена первая входная лингвистическая переменная (ЛП) «Bearing», через R обозначена вторая входная ЛП «Range», через RC обозначена третья входная ЛП «Relative_course» и через SR обозначена четвертая входная ЛП «Speed_Ratio». Через D обозначена первая выходная лингвистическая переменная «Course_decisions», а через SD обозначена вторая выходная ЛП «Speed_decisions».

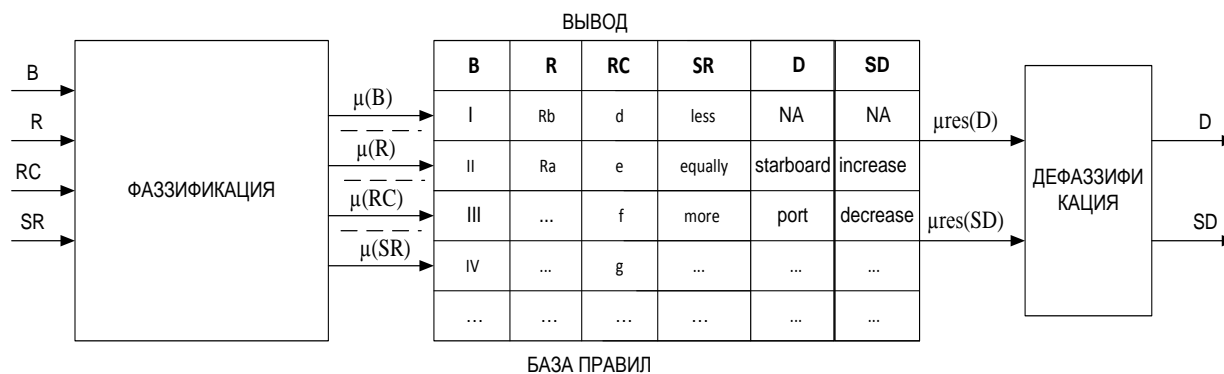


Рисунок 1 – Структура нечёткой модели для предотвращения столкновений безэкипажного судна

Опишем входные и выходные лингвистические переменные подробнее. Лингвистическая переменная «Bearing» – пеленг – измеряется по часовой стрелке от 0 до 360 градусов, в работе ЛП разбита на число термов, равное 10 [3].

Лингвистическая переменная «Range» – радиус – характеризует, на каком расстоянии безэкипажное судно и объект, который встретился на пути его движения, расположены друг от друга. Универсальное множество начинается с отметки в 0, и заканчивается 10 км. Исходя из мнений

привлеченных экспертов, число термов равно трём: Rb – представляет собой приблизительное расстояние до объекта, когда безэкипажное судно находится в ситуации с высоким приоритетом для навигации, но должно принять соответствующие меры, чтобы избежать столкновения из-за отсутствия соответствующих действий со стороны объекта (терм принимает значение до 6 000 метров), Rvd – принимает значения до 1 000 метров, наконец, терм Ra – представляет собой приблизительную дальность до обнаружения объекта, когда безэкипажное судно находится в ситуации «Уступи путь», т.е. где безэкипажное судно имеет низкий приоритет для навигации и должно предпринять соответствующие действия, чтобы избежать конфликтных ситуаций [3].

$Relative_course$ – Относительный курс – представляется собой курс объекта, которое находится в зоне видимости безэкипажного судна, при этом универсальное множество расположено в диапазоне от 0 до 360. Число термов равно восьми.

$Speed_Ratio$ – Коэффициент скорости – характеризует отношение скорости безэкипажного судна и объекта, который находится на пути его движения. Универсальное множество определяется в диапазоне от 0 до 2.

$Course_decisions$ – Изменение курса – выходная лингвистическая переменная, которая характеризует решения относительно изменения курса безэкипажного судна. $Speed_decisions$ – Изменение скорости – выходная ЛП, которая характеризует решения относительно изменения скорости безэкипажного судна. Универсальные множества выходных лингвистических переменных взяты в диапазоне от -1 до 1. Число термов у выходных ЛП равно трём.

Проведём фаззификацию всех переменных нечёткой модели (рис. 2-7) на основе [3].

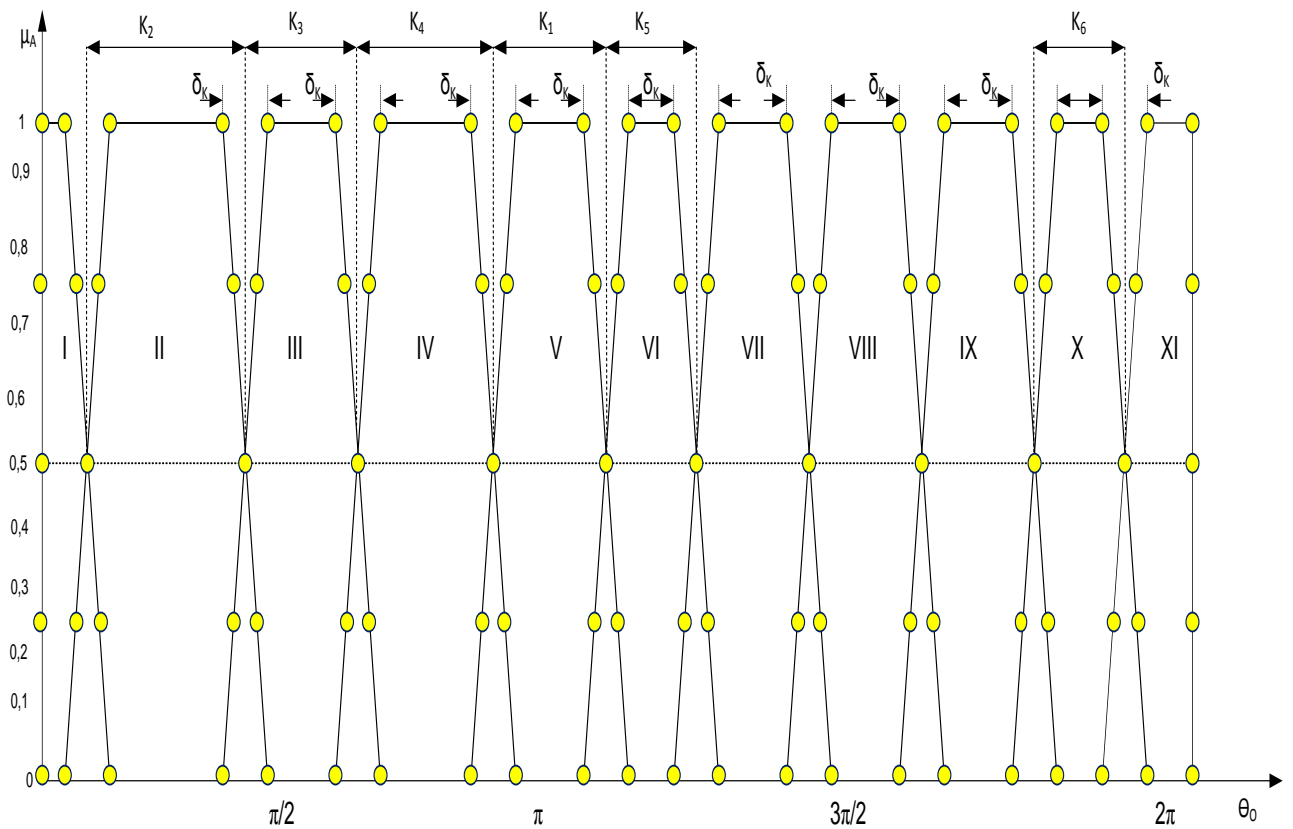


Рисунок 2 – Фаззификация входной лингвистической переменной «Bearing»

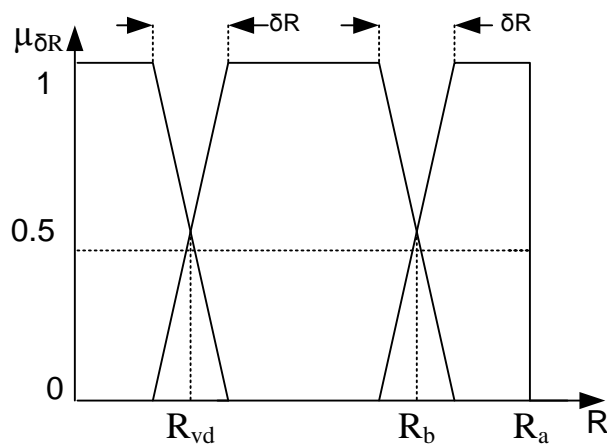


Рисунок 3 – Фаззификация входной лингвистической переменной «Range»

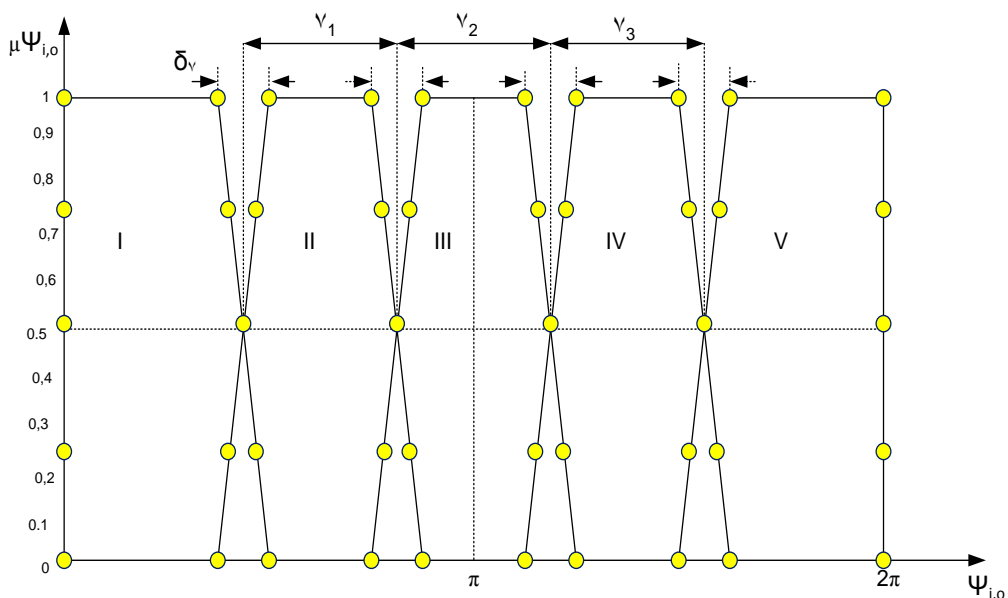


Рисунок 4 – Фаззификация входной лингвистической переменной «Relative_course»

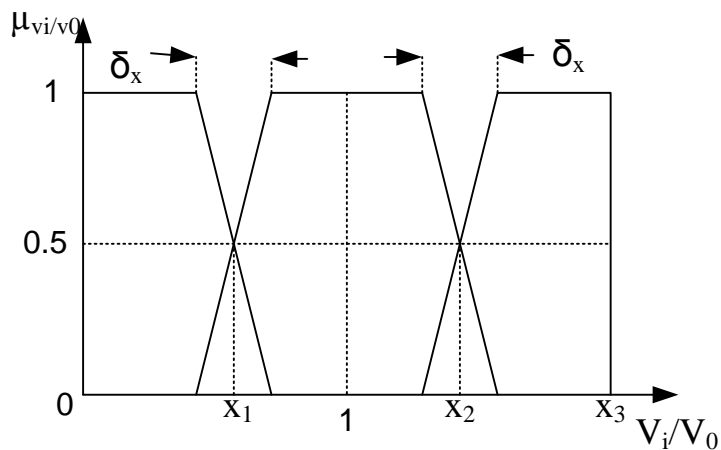


Рисунок 5 – Фаззификация входной лингвистической переменной «Speed_Ratio»

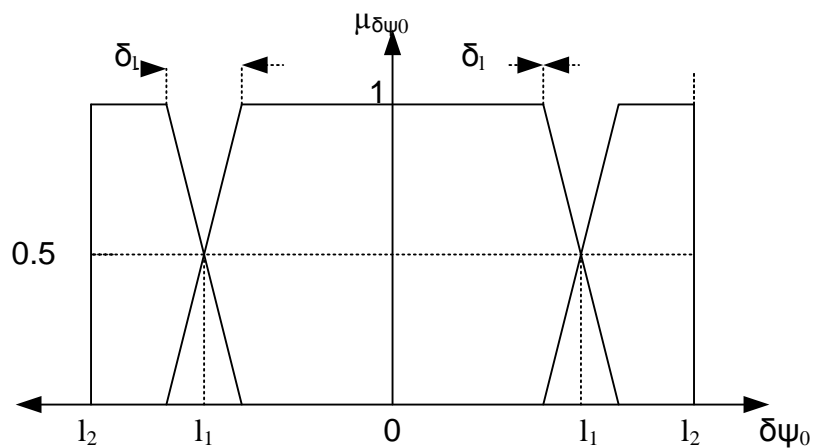


Рисунок 6 – Фаззификация выходной лингвистической переменной «Course_decisions»

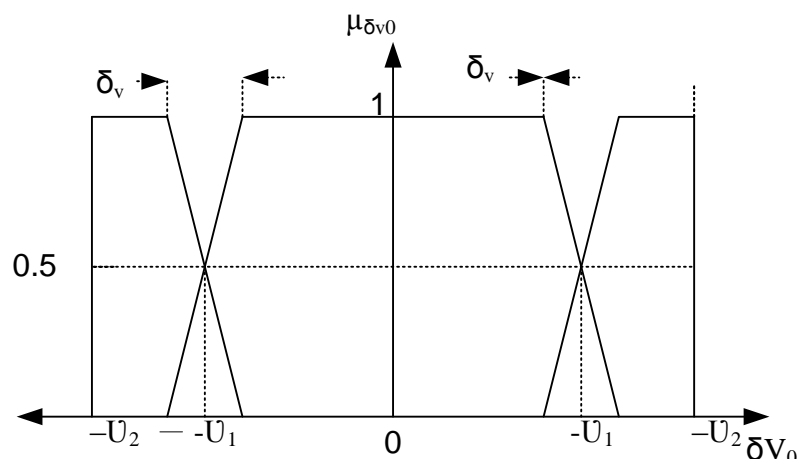


Рисунок 7 – Фаззификация выходной лингвистической переменной «Speed_decisions»

База правил нечётких продукций состоит из 180 правил.

На рисунке 8 представлена программная реализация нечеткой модели для предотвращения столкновений безэкипажного судна.

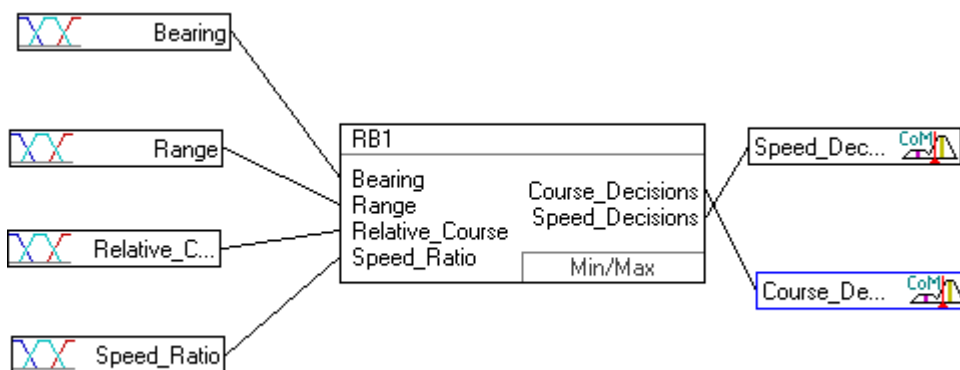


Рисунок 8 – Программная реализация нечеткой модели для предотвращения столкновений безэкипажного судна

Таким образом, в результате работы проведена фаззификация четырёх входных и двух выходных лингвистических переменных для расчёта значений скорости и курса безэкипажного судна, которыми необходимо двигаться в текущей ситуации при сближении с другим объектом. Сформирована база правил нечетких продукций, состоящая из 180 правил, реализован алгоритм нечеткого вывода, а также разработан пользовательский интерфейс приложения для автоматического определения необходимости изменения курса и скорости движущегося безэкипажного судна. Реализованное программное приложение протестировано на многочисленных тестовых примерах. Тестирование показало работоспособность разработанного приложения. Последующие исследования автора будут направлены на уточнение параметров функций принадлежности

[4-6], из которых состоит нечёткая модель с целью получения оптимальных характеристик.

Библиографический список

1. Radwan M. N., Senousy M. B., M. Riad A. E. D. A new expert system for learning management systems evaluation based on neutrosophic sets //Expert Systems. 2016. Т. 33. №. 6. С. 548-558.
2. Dorokhov O., Dorokhova L. Fuzzy model in fuzzy-tech environment for the evaluation of transportation's quality for cargo enterprises in Ukraine //Transport and Telecommunication. 2011. Т. 12. №. 1. С. 25-33.
3. Perera L. P., Carvalho J. P., Soares C. G. Intelligent ocean navigation and fuzzy-Bayesian decision/action formulation //IEEE Journal of Oceanic Engineering. 2012. Т. 37. №. 2. С. 204-219.
4. Perera L. P., Soares C. G. Collision risk detection and quantification in ship navigation with integrated bridge systems //Ocean Engineering. 2015. Т. 109. С. 344-354.
5. Balmat J. F. et al. MARitime RiSk Assessment (MARISA), a fuzzy approach to define an individual ship risk factor //Ocean engineering. 2009. Т. 36. №. 15-16. С. 1278-1286.
6. Goerlandt F. et al. A risk-informed ship collision alert system: Framework and application //Safety Science. 2015. Т. 77. С. 182-204.