

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА N-ПОЛИНОМОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТРАЕКТОРИИ НЕЛИНЕЙНО ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА

**Пюнинен С.А.,
док-р техн. наук, проф. Первухин Д.А.**

Санкт-Петербургский государственный горный университет
Факультет приборостроения, информационных и электронных систем
Кафедра системного анализа и управления инновациями

Аннотация

В статье рассмотрен метод, позволяющий оптимизировать расчет оценки траекторий нелинейно движущегося объекта при пеленговом сопровождении.

Ключевые слова

Анализ траектории, реконструкция траектории, ортогональные полиномы, преобразование координат

Abstract

This article describes a method for optimizing the calculation of trajectories of nonlinear estimation of a moving object for bearings-only tracking.

Keywords

Trajectory analysis, reconstruction trajectory, orthogonal polynomials, coordinate transformation

Одними из центральных алгоритмов навигационной системы, являются алгоритмы определения координат и параметров движения объектов (КПДО) в окружающем пространстве, среди которых наибольшую сложность представляет алгоритм определения параметров движения объекта по угломерной информации [2, 5]. На сегодняшний день, существует несколько математических методов пригодных для реализации указанных алгоритмов, при этом каждый из них обладает рядом существенных ограничений, что сильно усложняет их практическую реализацию [1, 3, 4].

Наличие множества ограничений в существующих методах решения задачи, обуславливает высокую практическую потребность в появлении новых методов, обладающих более широкой областью применимости.

Применение методов системного анализа позволило нам, сформулировать новую постановку задачи определения КПДО для нелинейно движущихся объектов, позволяющую снять большую часть приведенных ограничений.

В отличие от существующих методов определения, предполагающих прямолинейное и равномерное движение объекта наблюдения (ОН) на расчетном участке, разработанный метод допускает активное маневрирование объекта наблюдения непосредственно в ходе решения задачи.

Рассмотрение движения ОН как функции траектории, позволяет снять ограничения, связанные с предположениями о модели движения объекта наблюдения и начальными условиями решения задачи. Это позволяет, расширить сферу действия метода на область неоднородно и нелинейно движущихся объектов.

В основе предложенного метода лежит принцип аппроксимации траектории нелинейно движущегося объекта наблюдения по данным только угломерной информации на основе линейной комбинации полиномов Чебышёва. Разработанный метод получил название – Метод N-полиномов.

Сравнительный анализ точности определение параметров движения для исследуемых методов

Далее приведем основные результаты сравнительного моделирования ошибки определения дистанции до наблюдаемого объекта по методу N-пеленгов и Методу N-полиномов.

На рис. 1 – 4 представлены результаты для следующих типов движения объекта наблюдения:

- а) равномерного прямолинейного (рис. 1);
- б) равноускоренного прямолинейного (рис. 2);
- в) равномерного движения по параболе (рис. 3);
- г) равномерного движения с изменением курса (рис. 4).

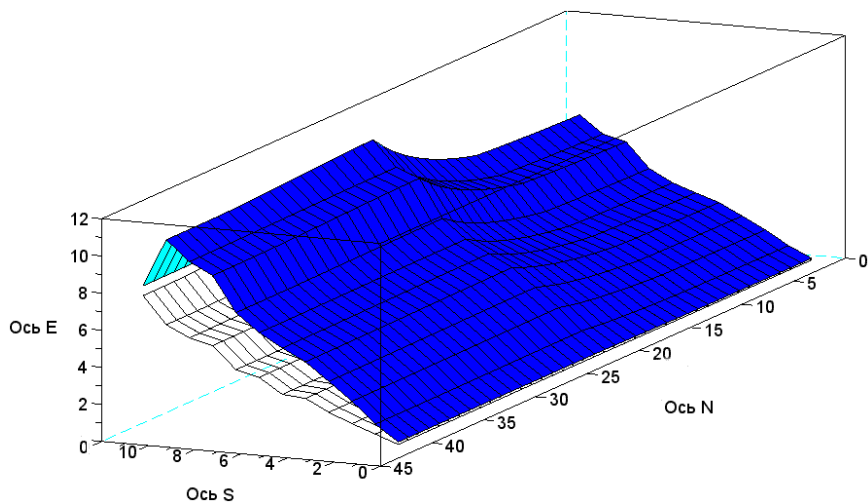


Рис. 1. Ошибка определения дистанции до ОН, при равномерном прямолинейном движении, заштрихованная поверхность – метод N-пеленгов; каркасная поверхность – метод N-полиномов

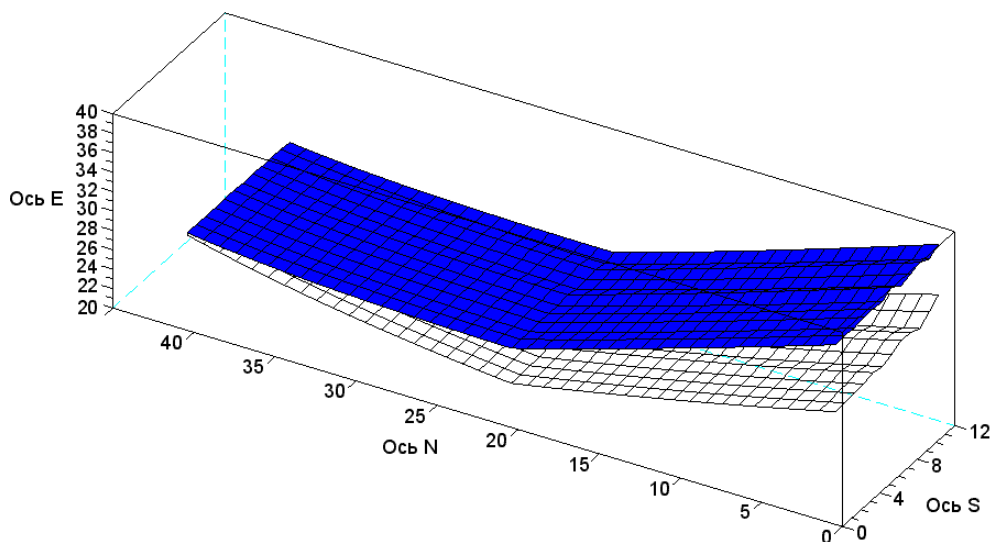


Рис. 2. Ошибка определения дистанции до ОН при равноускоренном прямолинейном движении, заштрихованная поверхность – метод N-пеленгов; каркасная поверхность – метод N-полиномов

Распределение осей на графиках 2 – 5:

- Ось N- порядковый номер дискретного наблюдения;
- Ось S- максимальный уровень шума при наблюдении угла пеленга (в угловых минутах);
- Ось E- ошибка определения дистанции (в % от дальности до ОН).

– Для каждого, представленного на графике типа движения расчет произведен по данным серии из 1000 вычислительных экспериментов.

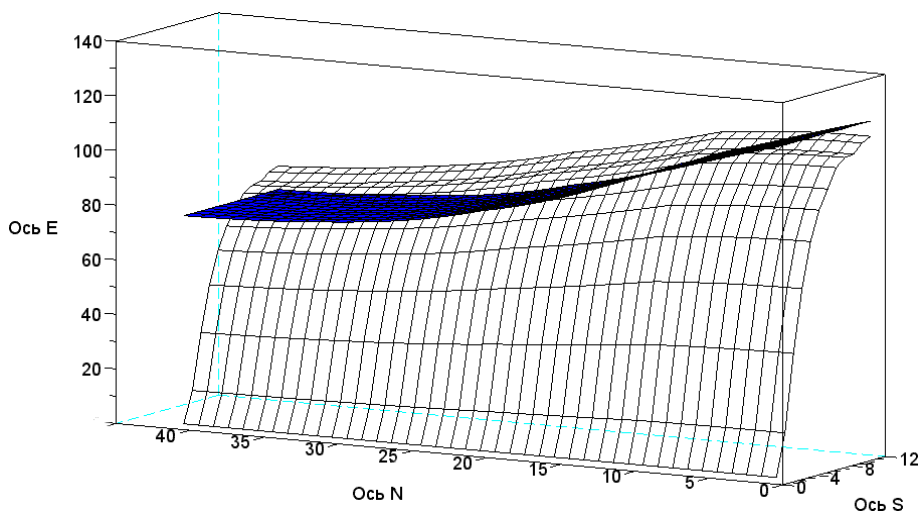


Рис. 3. Ошибка определения дистанции до ОН при нелинейном движении, заштрихованная поверхность – метод N-пеленгов; каркасная поверхность – метод N-полиномов

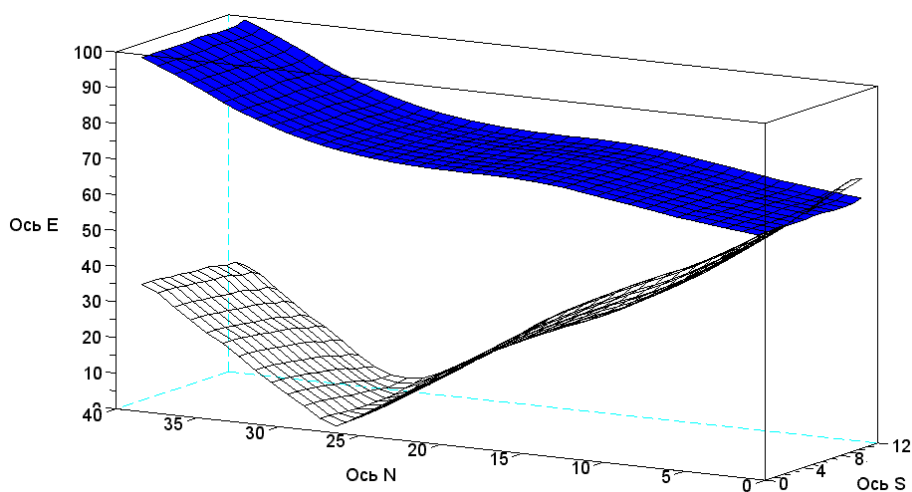


Рис. 4. Ошибка определения дистанции до ОН при равномерном движении с изменением курса заштрихованная поверхность – метод N-пеленгов; каркасная поверхность – метод N-полиномов

Параметры экспериментов:

1. Моделирование шума определения угла наблюдения по нормальному закону с макс. уровнем шума 60'.
2. Время наблюдения – 600 с.

3. Период дискретных наблюдений 15 с.

4. Начальная дистанция до наблюдаемого объекта 3000 м.

Рис. 2 показывает практическую эквивалентность исследуемых методов для случая равномерного прямолинейного движения ОН. Из приведенных на рис. 3-5 графиков видно, существенное улучшение точности определения дистанции при использовании метода N-полиномов для нелинейно движущегося объекта.

Выводы

Метод позволяет:

1) осуществлять адекватную оценку траекторий ОН различного уровня сложности, в том числе и нелинейных траекторий;

2) осуществлять последующий анализ таких параметров как: вектор скорости, ускорения, скорости изменения ускорения ОН, путем анализа продуцируемой им функции координат ОН от времени;

3) осуществлять непрерывное решение, в не зависимости от параметров движения ОН;

4) формировать более точные оценки КПДО по сравнению с применяемым на практике методом N-пеленгов, в случаях нелинейного движения наблюдаемого объекта.

Литература

1. Benlian Xu. An adaptive tracking algorithm for bearings-only maneuvering target /Benlian Xu, Zhiqian Wang //IJCNS International Journal of Computer Science and Network Security, 2007. – January. Vol. 7, no. 1. – Pp. 304 – 312.

2. Hammel S.E. Optimal observer motion for localization with bearing measurements /S.E.Hammel, P.T.Liu, E.J.Hilliard, K.F.Gong.– Computers and Mathematics with Applications:–18 (1-3).–1989.– pp. 171 – 180.

3. Landelle B. Robustness considerations for bearings-only tracking /B. Landelle /Information Fusion 11th International Conference on – France: Thales Optronique, Universite Paris-Sud, – 2008. – P. 8

4. Li. R. Survey of maneuvering target tracking. part I. dynamic models /R. Li and V.P. Jilkov/Aerospace and Electronic Systems,– IEEE Transactions on 39 (4), 2004. – Pp. 1333 – 1364.

5. Middlebrook D.L. Bearings-only tracking automation for a single unmanned underwater vehicle: Thesis (S.M.) Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Mechanical Engineering, 2007.

Рецензент доц. Пасевич В.