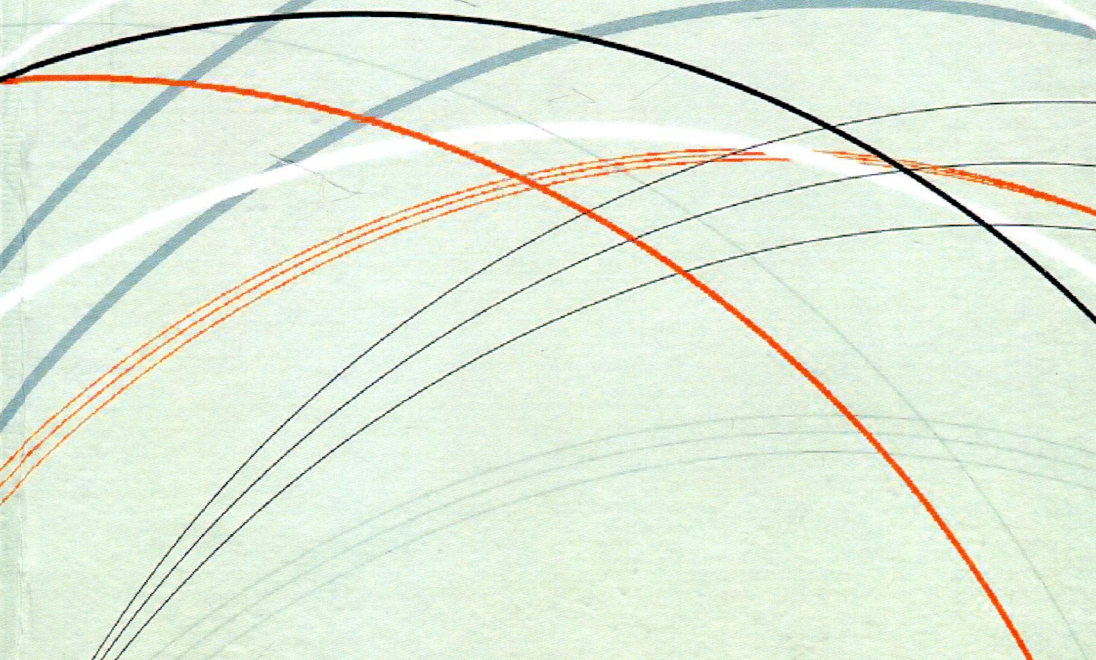


В.И. Бердышев В.Б. Костоусов

**ВИЗУАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
НАБЛЮДЕНИЯ И ОПТИМАЛЬНЫЕ
ТРАЕКТОРИИ**



ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ
им. Н. Н. КРАСОВСКОГО
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

В. И. Бердышев, В. Б. Костоусов

Визуальные характеристики
наблюдения и оптимальные
траектории

Ответственный редактор
член-корреспондент РАН В. В. Васин



НОВОСИБИРСК
ИЗДАТЕЛЬСТВО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

2021

УДК 519.62

ББК 22.19

Б48

Бердышев В. И. Визуальные характеристики наблюдения и оптимальные траектории / В. И. Бердышев, В. Б. Костоусов; отв. ред. В. В. Васин; Ин-т математики и механики им. Н. Н. Красовского УрО РАН. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2021. — 250 с.

Монография посвящена исследованию экстремальных задач, связанных с построением траекторий движения автономного аппарата в пространстве с препятствиями и при наличии других помех. Важная особенность большинства рассмотренных задач — наличие недружественных наблюдателей, целью которых является обнаружение и сопровождение автономного движущегося аппарата. Введены варианты визуальных характеристик наблюдения — функций видимости и скрытости, исследованы их свойства непрерывности, дифференцируемости и др. Эти результаты направлены на решение задачи нахождения траектории аппарата, которая должна обеспечивать в определенном смысле наилучшую скрытость от наблюдателей или наименьшую собственную наблюдаемость. Предложены постановки экстремальных задач, которые отражают различные условия построения наилучших маршрутов движения аппарата в заданном ограничивающем коридоре. В частности, исследуются задачи формирования маршрутов, наиболее удаленных от конечного набора неподвижных наблюдателей; рассматриваются вопросы построения оптимальных траекторий аппарата в присутствии недружественных наблюдателей, движение которых ограничено наличием на аппарате скоростного поражающего мини-объекта, и поиска скоростного режима объекта, обеспечивающего уклонение от зоны видимости телесного наблюдателя; исследуется задача построения траекторий с минимальной величиной совокупного облучения, исходящего от фиксированного конечного набора излучателей. Установлены характеристические условия на оптимальные траектории и предложены конструктивные алгоритмы их построения. При исследовании задач преимущественно применяются геометрические методы.

Книга адресована специалистам в области прикладной математики, а также может быть полезна разработчикам специализированного программного обеспечения.

Рецензент

доктор физико-математических наук А. Г. Бабенко

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Видимость объекта	11
§ 1.1. Функция видимости $r(t, f)$	12
§ 1.2. Одностороннее дифференцирование функции $r(t)$ по направлению	14
§ 1.3. Теоремы об очистке	20
§ 1.4. Видимость объекта для наблюдателя с неточно заданными координатами	28
§ 1.5. Дифференцирование функции видимости $r_h(t)$ по направлениям	30
§ 1.6. Теорема об очистке для функции $r_h(t)$. . .	36
§ 1.7. Видимость объекта для группы наблюдателей	41
§ 1.8. Объект и группа наблюдателей в нормированном пространстве	50
§ 1.9. Дифференцирование функции $r(t, f)$ по направлениям в \mathbb{R}^n	57
Глава 2. Характеристики скрытости движущегося объекта	68
§ 2.1. Скрытость и видимость объекта	68
§ 2.2. О непрерывности функций скрытости . . .	72
§ 2.3. Направления убывания и роста функции $c(t, f)$	74
§ 2.4. О дифференцируемости функции $c(t, f)$ по направлениям	76

§ 2.5. Направление спуска для функции $C(t) = C(t, f)$	79
§ 2.6. О дифференцировании функции $C(t, f)$. .	84
§ 2.7. Дифференцирование функции скрытости в случае выпуклого затеняющего множества .	88
Глава 3. Оптимальные траектории	98
§ 3.1. Задача сопровождения	100
§ 3.2. Сопровождение объекта наблюдателями, расположенными в теневых зонах	110
3.2.1. Случай многогранного множества G	117
3.2.2. Алгоритм построения наилучшей траектории для случая многогранного G в \mathbb{R}^2	125
3.2.3. Случай кусочно-гладкого затеняющего множества в \mathbb{R}^2	130
3.2.4. Кусочно-гладкое затеняющее множество в \mathbb{R}^3	143
§ 3.3. Оптимальная траектория в \mathbb{R}^2 при наличии набора наблюдателей с фиксированным конусом сканирования . .	160
3.3.1. Характеризация оптимальных траекторий в \mathbb{R}^3	181
3.3.2. Наилучшая траектория для пары наблюдателей в особом случае	194
§ 3.4. Траектория, минимизирующая облучение движущегося объекта	197
3.4.1. Введение	197
3.4.2. Случай единственного источника излучения s в \mathbb{R}^2	201
3.4.3. Случай двух источников в \mathbb{R}^2	206
3.4.4. Приближенное построение оптимальных траекторий в \mathbb{R}^3	212

§ 3.5. Движущийся объект со скоростным поражающим устройством и недружественный телесный наблюдатель .	218
3.5.1. Задача безопасного слежения за объектом, уклоняющимся от наблюдателя в \mathbb{R}^2	218
3.5.2. Задача слежения-уклонения в \mathbb{R}^3	228
Список литературы	238
Предметный указатель	245