

ОТЧЕТ ПО КУРСОВОЙ РАБОТЕ

по дисциплине

«Стохастические модели процессов в телекоммуникационных сетях»

Студент: Каширин М.Н.

Группа: М8О-201М-21

Руководитель: Борисов А. В.

Оценка: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Содержание

[Постановка задачи 3](#_Toc134598925)

[Теоретическая часть 4](#_Toc134598926)

[Выполнение работы 7](#_Toc134598927)

[Выводы 8](#_Toc134598928)

# Постановка задачи

Цель оценки состояния состоит в том, чтобы восстановить состояние системы на основе измерений процесса, заданных моделью. Оценка состояния имеет важное применение в прогнозирующем управлении нелинейными моделями, а также в мониторинге, прогнозировании и обнаружении неисправностей химических процессов. Существует несколько подходов к оценке состояния в системах, моделируемых обыкновенными дифференциальными уравнениями. Они включают строгий вероятностный метод решения прямого уравнения Колмогорова (Фоккера-Планка), а также аппроксимативные методы, такие как кубатурная фильтрация Калмана (CKF) и подходы, основанные на оптимизации, обычно называемые оценкой движущегося горизонта (MHE). Несомненно, фильтр Калмана является наиболее широко применяемой технологией оценки состояния для нелинейных систем и остается стандартной технологией оценки состояния в приложениях прогнозирующего управления нелинейными моделями. Кроме того, существуют систематические методы идентификации нелинейных моделей, используемых в непрерывно-дискретных фильтрах Калмана с расширенным временем.

Рассмотрим непрерывно-дискретную стохастическую нелинейную систему:

Где является стандартным Винеровским процессом.

В этом разделе мы тестируем разработанный расширенный алгоритм фильтра Калмана на реакции Ван дер Вюссе. Цель состоит в том, чтобы дать критическую оценку применению расширенного фильтра Калмана на основе ESDIRK. Мы демонстрируем ограничения, которые конфигурация датчика накладывает на качество оценки состояния и скорость его приближения к истинному значению.

1. Детально описать постановку задачи.
2. Детально описать систему наблюдения.
3. выписать вариант выбора сигма-точек и весов.
4. Алгоритм CKF реализовывать в «корневом» варианте.
5. Представить графики с результатами.
6. По результатам сравнительных численных экспериментов сделать выводы.

# Теоретическая часть

реакция Ван дер Вюссе состоит из четырех видов, обозначаемых A, B, C и D. Желаемым продуктом является B, в то время как C и D являются нежелательными побочными продуктами. Эта реакция проводится в резервуарном реакторе с непрерывным перемешиванием (CSTR) со специальным охлаждением и моделируется следующими дифференциальными уравнениями:

Начальные значения дифференциальных уравнени задаются следующим образом:

= 2.1404 mol/L, = 1.0903 mol/L, T = 387.34 K, = 386.06 K.

Детерминированная модель дополняется стохастическим членом Gw(t), в котором:

а w (t) обозначает гауссовский процесс белого шума с нулевым средним значением с единичной ковариационной матрицей надлежащего размера, т.е. с Q ≡ I4. Предположим, что постоянный параметр увеличивается на 20% в момент времени t = 4 часа. Детерминированные и стохастические решения для этого примера Ван дер Вюссе вычисляются в интервале времени [0,10 часа].

Прежде всего, мы определяем эталонное решение (т.е. истинные состояния) для дифференциального уравнения, дополненное стохастическим членом Gw(t), где матрица G, определенная с помощью метода Эйлера-Маруямы с фиксированным размером шага, равным 0,0001 часа. Затем мы применяем уравнение измерения:

.

где время выборки указывает tk = 0,01k ч, k = 1, 2, . . ., т.е. δ = 0,01 ч в этом численном эксперименте, а шум измерения равен vk ∼ N (0,Rk) с диагональной ковариационной матрицей Rk = 0,003diag{387,34,386,06}, для генерации истории измерений для стохастической реакции Ван дер Вюссе в моменты выборки.

Оценка оптимальной фильтрации вычисляется с помощью следующего двухшагового алгоритма типа «прогноз-коррекция»:

1. Начальное условия:
2. Прогноз:
3. Коррекция:

Недостатки предлагаемого алгоритма:

1) Оцениваемый объект – бесконечномерный (условная плотность распределения), что влечет недопустимые вычислительные затраты.

2) Для вычисления оценки состояния необходимо выполнить дополнительную операцию интегрирования (9.8).

В то же время, алгоритм фильтрации Калмана тоже имеет двухшаговую структуру «прогноз-коррекция», но

3)

оценка описывается замкнутой конечномерной рекуррентной схемой,

на шагах прогноза и коррекции вычисляются не вспомогательные объекты (плотности), а требуемые оценки,

алгоритм одновременно вычисляет показатель точности полученной оценки.

Кубатурный фильтр Калмана (CKF)

Фильтр отличается другим способом приближенного вычисления интегралов типа– квадратур Гаусса-Эрмита.

# Выполнение работы

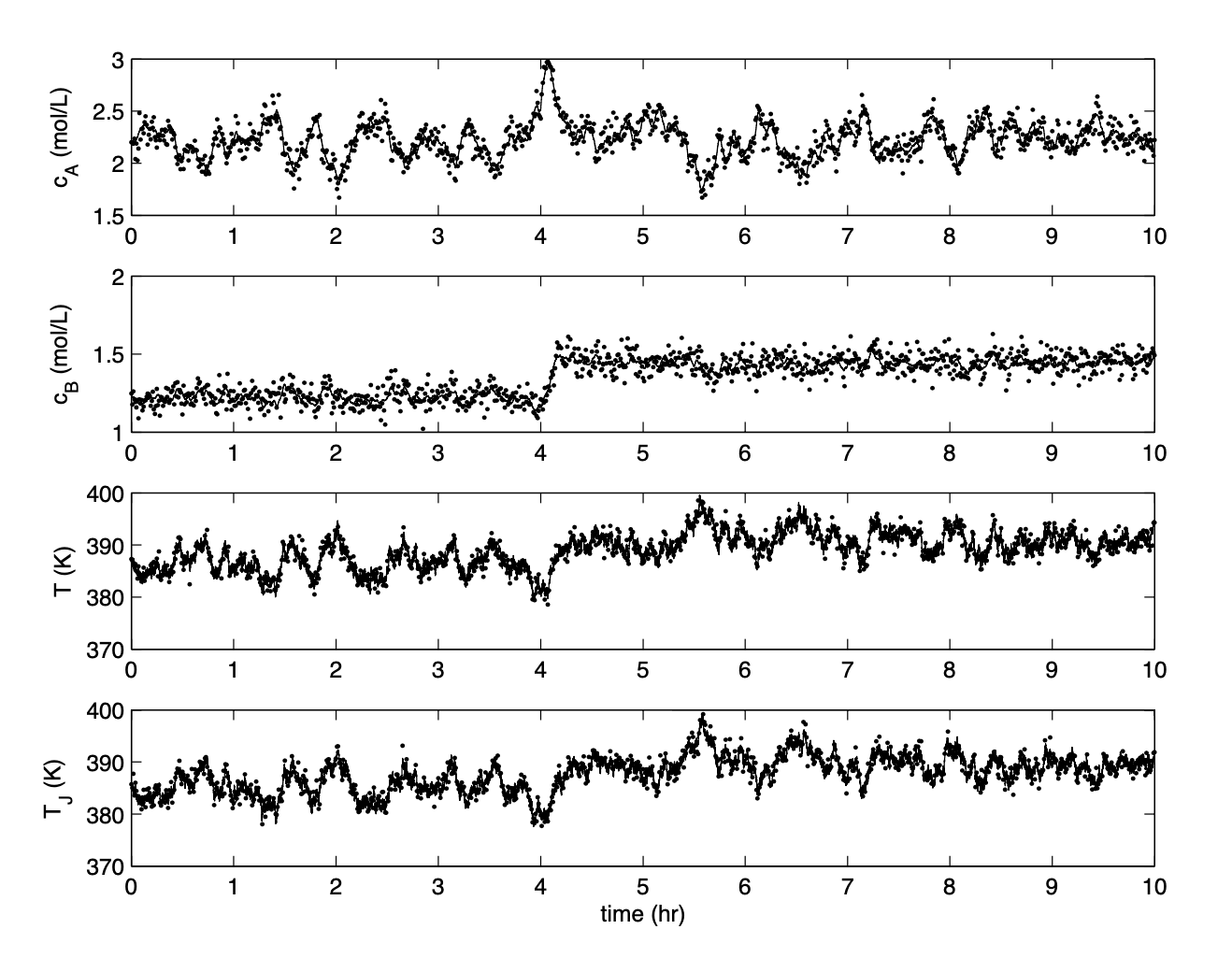
****

Рисунок 1. Измерения, искаженные шумом

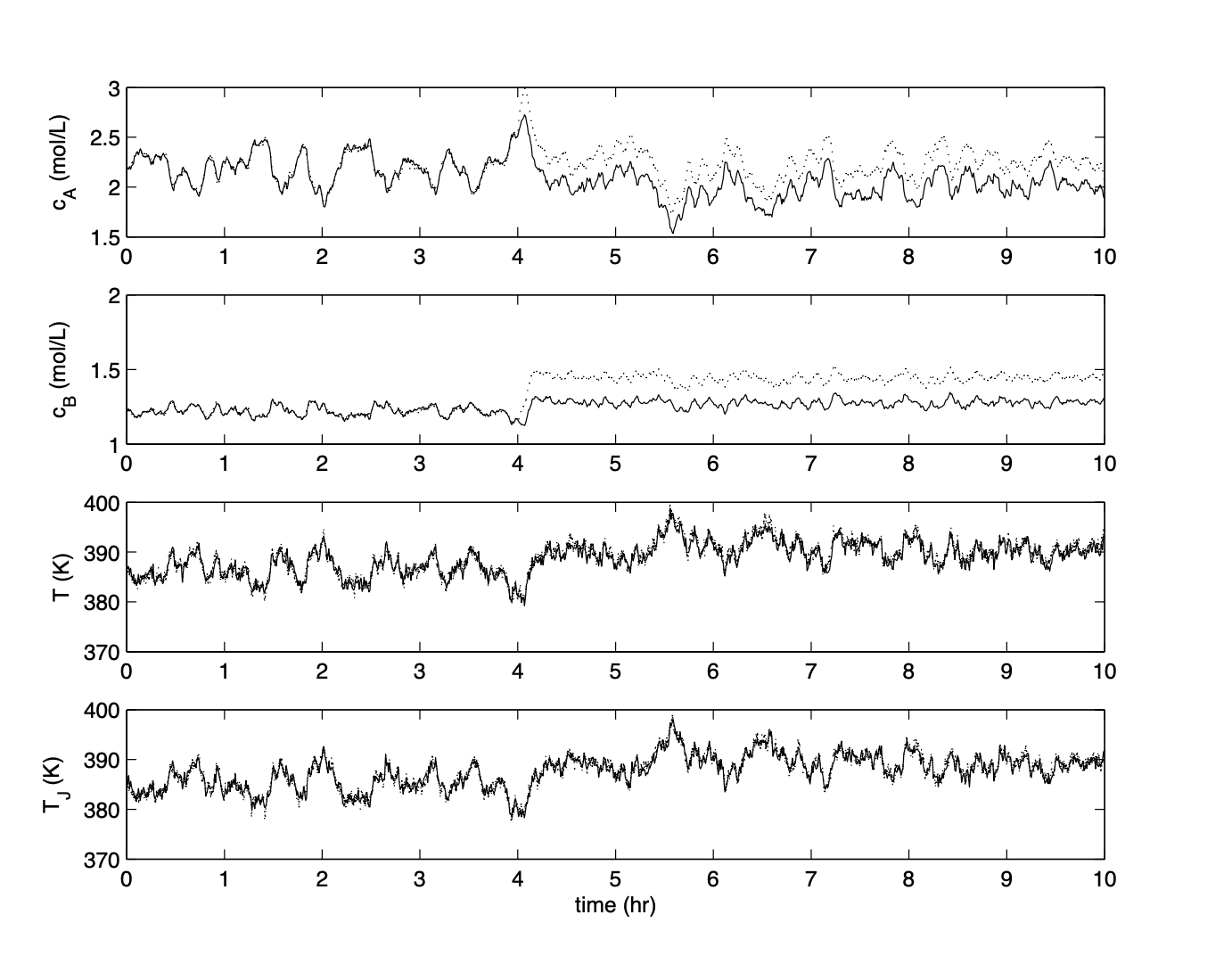


Рисунок 2. Оценки фильтра и истинные состояния (пунктирная линия) для случая с полной обратной связью по состоянию.

# Выводы

В ходе выполнения курсовой работе были изучены алгоритмы фильтрации Калмана и их применение на прикладной задаче.

С помощью кубатурного фильтра Калмана была решена задача оптимальной фильтрации химического состояния концетрации вещества и темпертуры вещества.