Уважаемые студенты 1 и 2 курса!

Возможно, не все еще выбрали темы для курсовых работ. Времени осталось мало. В помощь вам предлагается набор тем от кафедры теоретической кибернетики. А именно, вам предлагается выбрать в качестве темы для курсовой работы решение одной из нижеперечисленных задач.

РЕШИВШИЙ ЗАДАЧУ ПОЛУЧИТ ЗАЧЕТ!

У каждой задачи есть автор: преподаватель или аспирант кафедры ТК. Е-мейл автора указан. И если по задаче возникнут вопросы, обращайтесь, пожалуйста, к автору и решение пересылайте ему же. Решение можно написать от руки, сфотографировать и переслать автору задачи.
Есть несколько тем реферативных: нужно прочесть одну из прилагаемых статей (по выбору) и пересказать их коротко своими словами. Это проще, чем решать задачу, даже если статья написана по-английски:). Удачи вам!

1. Задача доцента Сергея Владимировича Гусева
(j.p.nevstruev@gmail.com**)**

При посадке космического корабля на Марс робот-марсоход получил повреждение, в результате которого он может двигаться только по одной из двух окружностей: вперед влево по окружности радиуса r+, или вперед вправо по окружности радиуса r-. Построить алгоритм управления роботом, позволяющий переместить робот в любую заданную точку на плоскости.

Задачи проф. Александра Львовича Фрадкова (fradkov@mail.ru)

Задача 2. Космический корабль догоняет космическую станцию, летящую с постоянной скоростью. Как нужно управлять космическим кораблем, чтобы пристыковаться к станции как можно быстрее, если сила тяги двигателей ограничена? Считать, что движение корабля и станции прямолинейно, а процесс сближения описывается дифференциальным уравнением $Md^2x(t)/dt^2=u(t)$, где $x(t)$ - расстояние между кораблем и станцией, $u(t)$ - сила тяги, M - масса корабля.

Указание: задачу можно решить геометрически. При правильном выборе координат для решения достаточно элементарной геометрии

Задача 3. Выбрать размеры консервной банки цилиндрической формы заданного объема так, чтобы затраты на ее сборку были минимальны, если стоимость сварки единицы длины шва на боковой поверхности в К раз больше стоимости завальцовки единицы длины края дна банки.

Задача 4. Выбрать на складе из резервуаров конической формы с заданной площадью боковой поверхности тот, у которого объем наибольший/

Задачи 5,6. На кафедре ТК ведутся по грантам исследования по моделированию нейрональной активности головного мозга и по управлению роботами на основе нейрообратной связи ("силой мысли"). На 3-м курсе студентам, выбравшим нашу кафедру мы можем предоставить возможность участвовать в этих работах. Для этого нужно решить одну из нижеперечисленных задач, данные для которых нужно взять в интернете по ссылкам.

Задача 5.1... 5.10. Моделирование динамических систем. Задание состоит из пяти этапов.

- A. Зайти на сайт http://chaos.sgu.ru/K52/MND/descriptions.html и выбрать одну из выписанных там систем дифференциальных уравнений; Желательно (но не обязательно) выбирать одну из систем 7-10, описывающих динамику нейронов.

- B. Составить программу для ее численного интегрирования на любом языке программирования

- C. Проинтегрировать систему для нескольких значений начальных условий и параметров.

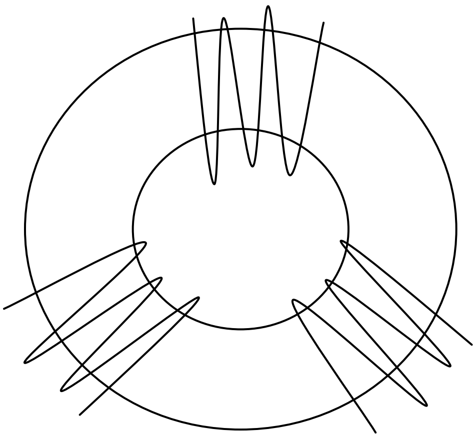
- D. Написать отчет с объяснением полученных результатов.

Задача 6. То же, что задача 5, но для модели нейрона по Ижикевичу,

см. https://geektimes.ru/post/201220/

Задача 7. Задача доцента Владимира Александровича Бондарко (vbondarko@gmail.com)

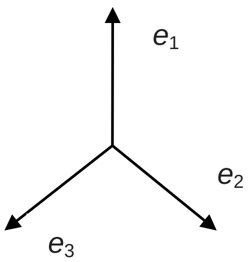
Асинхронные электрические машины имеют 3 обмотки статора:



откуда и ведет происхождение трехфазный ток. Прилагая или снимая с каждой обмотки напряжения $u_1(t)$, $u_2(t)$, и $u_3(t)$ соответственно, где $t -$ *это время*, получаем двумерный вектор напряжения

$$U(t) = u_1(t)e_1 + u_2(t)e_2 + u_3(t)e_3, \qquad (1)$$

где e_1, e_2, и e_3 суть постоянные векторы единичной длины, растопыренные под углом $2\pi/3$:



Именно вектор $U(t)$ и входит затем в уравнения электрической машины. Построив из каких-либо соображений регулятор (например, для электромотора, который обеспечивает движение робота), для реализации этого регулятора нужно полученный вектор $U(t)$ в реальном времени раздать по обмоткам, то есть вычислить такие величины e_1, e_2, и e_3, для которых справедлива формула (1).

Задание:

1. По заданному вектору U определить всевозможные значения $u_1(t)$, $u_2(t)$, и $u_3(t)$, для которых справедлива формула (1).

2. По заданному вектору $U(t)$ определить такие $u_1(t)$, $u_2(t)$, и $u_3(t)$, что справедлива формула (1) и значение $u_1^2 + u_2^2 + u_3^2$ минимально.
3. По заданному вектору $U(t)$ определить такие $u_1(t)$, $u_2(t)$, и $u_3(t)$,, что справедлива формула (1) и значение $\max(|u_1|, |u_2|, |u_3|)$ минимально.

Задачи проф. Алексея Серафимовича Матвеева (almat1712@yahoo.com)
Задача 8. Транзит через тридесятое царство.

Влюбленных много, он один -
У переправы
Н. Зиновьев

Тридесятое царство традиционно оказывает услуги по транзиту грузов. Транзит стабилизировался: имеется k стационарных транспортных потоков, подлежащих сквозному транзиту через территорию страны. Они настолько интенсивны, что их дискретной природой можно пренебречь и интерпретировать их как потоки жидкости. Скорость i-го потока на входе в страну постоянна и равна λ_i.

В царстве много рек и мало мостов, но зато есть N переправ. Порядок перемещения грузов по переправам регламентирован: для каждого потока задана цепочка переправ, которые он последовательно посещает. Перемещение груза с j-той переправы на m-ую занимает фиксированное время $\tau_{j\to m}$. Когда j-ая переправа открыта, дискретностью происходящих на ней процессов также можно пренебречь и считать, что из очереди на переправу грузы извлекаются непрерывно со скоростью μ_j (если есть, кого переправлять, и 0, если некого).

Основная проблема с транзитом — царь-батюшка, человек вспыльчивый и решительный. В итоге на все переправы остался один специалист. Если он на переправе, она работает, если его нет, переправа закрыта. Переезд специалиста с переправы j на переправу m занимает $\delta_{j\to m}$ единиц времени. Все прочие специалисты поисчезали в итоге дискуссий на тему, является ли скопление грузов следствием их дурости на предмет алгоритма обслуживания (откуда куда ехать, сколько времени обслуживать каждую переправу, в какой пропорции делить время её обслуживания между конкурирующими потоками), или следствием объективных обстоятельств непреодолимой силы (при любом алгоритме затаривание неизбежно). Помогите последнему специалисту решить проблему устойчивости головы на плечах.

Пояснение: алгоритм обслуживания обеспечивает допустимое скопление грузов, если их суммарное количество на территории царства с течением времени остается ограниченным. Если это суммарное количество неограниченно возрастает, алгоритм недопустим.

Вопрос: существует или нет допустимый алгоритм обслуживания переправ, и если да, то в чем он состоит.

Дано:

- Число грузопотоков k;
- Число переправ N;
- Скорости грузопотоков на входе в царство $\lambda_1, \dots, \lambda_k$;
- Скорости переправ $\mu_1, \dots, \mu_N$;
- Регламент переправ: таблица с k строками и N столбцами, i-ая строка перечисляет номера переправ, последовательно посещаемых i-ым грузопотоком;
- таблица с N строками и N столбцами, в j-ой строке и m-ом столбце записано $\tau_{j\to m}$ (обязательно $\tau_{j\to j} = 0$);
- таблица с N строками и N столбцами, в j-ой строке и m-ом столбце записано $\delta_{j\to m}$ (обязательно $\delta_{j\to j} = 0$);

Пояснение: прототипичная задача управления потоковой переключательной сетью (транспортной, коммуникационной, производственной, логистической, компьютерной и т.п.)

Задача 9. Управление биореактором.

Процесс развития популяции бактерий описывается уравнением

$$x(t+1) = \alpha x(t) + u(t) + w(t).$$

Здесь $t = 0, 1, 2, \dots$ — время, $u(t) \in \mathbb{R}$ — управление, $x(t) \in \mathbb{R}$ — размер популяции в момент времени t, величина $w(t) \in [-W, W]$ отражает влияние неизвестных случайных факторов (при этом их граница W известна), слагаемое $\alpha x(t)$ отражает естественную смертность и рождаемость бактерий, коэффициент

$\alpha \in (1,2)$ известен. Задача — удержать размер популяции в заданном коридоре $x_L \leq x(t) \leq x_R \ \forall t$ при любых изменяющихся во времени возмущений $w(t) \in [-W, W]$. Начальный размер популяции лежит в указанном интервале и неизвестен. Отрицательное значение $x(t)$ означает, что популяция погибла. В момент t управление $u(t)$ выбирается на ваше усмотрение, но только на основании доступных данных. Имеющиеся здесь возможности сводятся к тому, что в любой момент времени t можно поставить вопрос "больше ли текущий размер популяции $x(t)$ заданного числа z"и получить на него ответ в момент времени $t+1$. При этом число z в вашем распоряжении, но следующий такой вопрос (возможно уже с другим значением z) вы сможете задать только в следующий момент $t+1$.

Какова минимальная ширина коридора, в котором можно удержать размер популяции с помощью надлежащей стратегии управления?

Пояснение. Стратегия управления — алгоритм (правило), однозначно определяющее очередное управление $u(t)$ и "вопрос"$z(t)$ исходя из того (и только того), что известно к моменту t. При $t = 0$ известны только α, W, x_L, x_R. В момент $t = 1$ к этим данным присоединяется ответ на первый вопрос, в момент $t = 2$ добавляется ответ на второй вопрос и так далее.

Смысл задачи: управление через канал связи ограниченной (1bit/sec) пропускной способности.

Задача 10. Выведение мобильного микро-робота на цель в сложной неопределённой среде в условиях сенсорного дефицита.

Цель — неподвижная точка, робот — точка, перемещающаяся с заданной постоянной скоростью, её направление — управляющая переменная. Для миниатюрных (вплоть до нано-уровня) роботов типичны ограниченные сенсорные возможности. Априорные данные о операционной среде, например, в виде карты с указанием препятствий движению и свободных зон часто отсутствуют. Рассматриваем следующую ситуацию.

- Робот снабжён связанной с ним декартовой системой координат, её ось абсцисс всегда ориентирована по вектору скорости робота.
- В этой системе робот измеряет алгебраический угол направления на цель.
- Робот распознает столкновение с препятствием.
- Находясь в контакте с препятствием или вблизи него, он способен получить картину границы препятствия в своей малой окрестности, что в частности, позволяет ему определить касательную к границе, кривизну границы и двигаться вдоль границы.

Никакие другие измерения роботу недоступны. Робот не способен изменять среду, в частности, оставлять и впоследствии распознавать какие-либо метки. Препятствия могут иметь сложную, лабиринто-подобную форму, их может быть несколько. Цель может находиться внутри лабиринта, но доступна из начальной позиции робота.

Серия задач связана с вопросом: *Существует ли алгоритм управления роботом, который обеспечивает гарантированное выведение робота на цель в указанном контексте?* Если существует, то в чём он состоит. Если не существует, то в каком смысле, до какой степени, или при каких дополнительных требованиях к сцене можно приблизиться к алгоритмическому решению задачи достижения поставленной цели.

Задача 11. Биологический диполь и бионические алгоритмы поиска экстремума естественных полей.

Естественное поле задано как скалярная функция на плоскости или в пространстве. Она, например, может представлять уровень радиации, концентрацию загрязняющего агента (например, нефти в морской воде), температуру и т.п. Априори эта функция неизвестна, её значение может быть измерено в текущей точке пребывания точечного мобильного робота, градиент поля (не говоря о старших производных) измерению недоступен. По этим измерениям требуется вывести робота в точку максимума поля (предполагаемый источник поля). Есть основания полагать, что даже такие примитивные существа, как бактерии, располагают эффективными алгоритмами коллективного решения этой задачи, причём сверхмалым коллективом (для плоскости — с двумя членами) и за счёт элементарных действий. Предполагается математическое исследование ряда подобных алгоритмов в различном контексте с целью выяснения их реальных возможностей для последующего применения в робототехнических многоагентных комплексах.

Задача 12 - задача аспиранта Кирилла Овчинникова (ovkirse@gmail.com)

Есть робот футболист, цель которого - подъехать к мячу с нужной стороны и ударить по мячу в направлении ворот. Считается, что роботу в каждый момент времени известны координаты на плоскости мяча, ворот и робота, а также угол направления движения робота.

Необходимо написать алгоритм, в каждый момент времени по известным величинам вычисляющий необходимую угловую и линейную скорость движения робота (они обе ограничены по модулю).

Этот алгоритм должен за конечное время привести робота к мячу с заданной стороны (в направлении удара мяча по воротам).

Задача имеет много способов решения различной сложности. Предлагается предложить хотя бы один.

Модель движения
$$\begin{cases} \dot{x}_1 = \mathrm{v}\cos\theta, \\ \dot{x}_2 = \mathrm{v}\sin\theta, \\ \dot{\theta} = u, \end{cases}$$

$x = (x_1, x_2) \in \mathbb{R}^2$, *Координаты робота*

$\theta \in S^1$, *Направление движения*

$|u| \leqslant \overline{u}$, *Угловая скорость*

$|\mathrm{v}| \leqslant \overline{\mathrm{v}}$, *Линейная скорость*

$b = (b_1, b_2) \in \mathbb{R}^2$, *Координаты мяча*

$G = (G_1, G_2) \in \mathbb{R}^2$, *Координаты центра ворот*

РЕФЕРАТИВНЫЕ ТЕМЫ (статьи прилагаются в отдельных файлах)

Темы проф. Александра Львовича Фрадкова (fradkov@mail.ru) *(могут стать основой будущей научной работы, высылаются по запросу)*

13. A.L. Fradkov. Speed-gradient Entropy Principle for Nonstationary Processes. Entropy, 2008, 10(4), 757-764.

14. Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Адаптивные методы передачи информации модуляцией генераторов хаотических сигналов / Управление большими системами. Вып. 23. 2008. С.56-80. (*Эта статья состоит из 4-х разделов и реферат любого из них может быть зачтен в качестве курсовой работы*).

Темы доцента Бориса Мстиславовича Соколова (sbm@mail.ru)

15. Б.М. Соколов. Обучаемая система сегментации речевого потока. Методы вычислений Л: ЛГУ, 1971. Вып. 7. С. 125-129.

16. Б.М. Соколов. Учёт временного дрейфа при планировании эксперимента. М.: Заводская лаборатория. 1975, №5. С. 592-595.

Дополнительные темы курсовых работ для 1-2-го курса

(Руководитель Фрадков Александр Львович, **fradkov@mail.ru**)

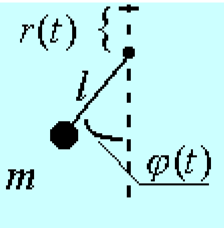
Задача 1. ***"Кибержулики"*** (задача иллюстрирует понятие информации, она предлагалась на С.-Петербургской школьной Олимпиаде по кибернетике в 2007г.)

Некто придумал задачу для школьной Олимпиады по кибернетике, в которой ответом является число, принимающее при любых наборах исходных данных одно из двух значений: A или B. Автоматическая система проверки решений (тестер) проверяет каждую версию программы решения на N наборах исходных данных (тестах), выдавая для каждого набора (попытки) число правильных ответов. Команда "Кибержулики" хочет получить за задачу полный балл, пользуясь методом "тыка", т.е. не решая ее, а генерируя пробные наборы ответов.

Вопрос 1: За какое минимальное число попыток команда может наверняка дать правильные ответы на все тесты?

Вопрос 2 (обобщение): Каково будет минимальное число попыток, если ответ в задаче принимает не два значения, а M значений?

Задача 2. Моделирование управляемого маятника Капицы.



$$\ddot{\varphi} + \rho\dot{\varphi} + \omega_0^2 \sin\varphi = u \sin\varphi, \qquad u=-\gamma\,(H(t)-H^*)(d\varphi/dt\,\sin\varphi)$$

$$H = \frac{1}{2}\dot{\varphi}^2 + \omega_0^2(1-\cos\varphi). \qquad d^2r/dt^2=u$$

Исследовать поведение решений системы численным интегрированием.
Исследовать возможность стабилизации решений вблизи верхнего положения равновесия.

Задача 3. Управление хаосом в системе Росслера.

Исследовать систему численным интегрированием. Увидеть хаос.

Найти алгоритм управления коэффициентом C, переводящий хаотические траектории в периодические.

$$\begin{cases} \dot{X} = -Y - Z, \\ \dot{Y} = X + AY, \\ \dot{Z} = BX - CZ + XZ. \end{cases}$$

При $A = 0.38,\ B = 0.3,\ C = C_0 = 4.5$ – хаос.

Курсовые работы для студентов 2-го курса

Руководитель доцент Красулина Татьяна Павловна (комн. 3352, вторник, четверг)

Моделирование на компьютере процессов стохастической аппроксимации

Необходимо провести компьютерное моделирование модифицированных процессов стохастической аппроксимации. Привести графики, демонстрирующие сходимость этих алгоритмов к искомой точке. Предполагается, что функция регрессии линейная, а помехи имеют нормальное или равномерное распределение вероятностей.

Кроме исследования сходимости процесса стохастической аппроксимации к искомой точке, необходимо изучить одностороннюю сходимость этих процедур.