

ДОКТОРСКА ПРОГРАМА

„ИНФОРМАЦИОННИ СИСТЕМИ” - МЕХАТРОНИКА И РОБОТИКА

професионално направление 4.6 Информатика и компютърни науки

КОНСПЕКТ

за кандидатдокторантски изпит

1. Дефиниция на робот, функционална класификация на роботите. Базови системи, изграждащи роботите. Основни понятия на механичната система на манипулационните роботи: звена и връзки (холономни, нехолономни, стационарни, нестационарни), степени на свобода (DOF), кинематични вериги - еквивалентност, обобщени координати, работна зона и работно пространство на манипулационен робот.
2. Метод на Денавит-Хартенберг за получаване на уравненията на кинематиката на манипулационни роботи. Параметри на метода на Денавит-Хартенберг за получаване на кинематичните уравнения посредством 4×4 матрици. Обща формулировка на кинематичните уравнения на манипулатори - ниво: позиции, скорости и ускорения.
3. Формулировка на правата и обратна задача на кинематиката (ниво: позиции, скорости и ускорения). Методи за решаване на обратната задача (класификация), особености при решаване на обратната задача – ограничения на обобщените координати, нееднозначност на решението, сингулярни точки и повърхнини.
4. Общ метод за решаване на обратната задача на кинематиката на манипулационни роботи (ниво – скорости) посредством псевдообратни матрици на Мур-Пенроуз. Експлицитни частни геометрични решения на обратната задача на кинематиката за базовата структура на промишлени 6 DOF манипулатори. Метод на покоординатното спускане за числено решаване на обратната задача на кинематиката на манипулационни роботи.
5. Уравнения на динамиката на манипулатори – уравнения на Лагранж от При род. Уравненията на динамиката на манипулационни роботи в каноничен вид. Основни методи за идентификация на параметрите на динамичните уравнения на движението на манипулационни роботи - методи, базирани на тестови движения (траекторни движения и движения на отделни звена или комбинации от звена) и CAD-ориентирани методи.
6. Модел на динамиката на 6 DOF манипулационен робот PUMA 560.
7. Устойчивост на движението, дефиниции на Ляпунов. Функция на Ляпунов. Директен метод на Ляпунов (основни теореми - за устойчивост и асимптотическа устойчивост).
8. Общата структура на управлението на манипулационен робот (контролер за координация на подсистемите, сензори, планиране на траектории, обратна задача на кинематиката, сервоуправление). Описание на базовите подсистеми за управлението

- на манипуляционен робот. Класификация на сервоконтролерите според функционалните характеристики.
9. Класически пропорционален (П/Р), пропорционално-диференциален (ПД/PD) и пропорционално-диференциално-интегрален (ПИД/PID) закони за сервоуправление.
 10. Сервоуправление на двигателите на манипулатора при позициониране на звената чрез крайни упори. Схема на хардуерна реализация на сервоуправление по скорост. Планиране (тип „рампа“) на скоростта на движение на звената (от точка до точка - едновременно тръгване и спиране на звената) по принципа на максимално бързодействие на Понтрягин.
 11. Позиционно управление при движения на звената от типа „от точка до точка“. Траекторно управление базирано на класическите П, ПД и ПИД закони за сервоуправление. Схема на хардуерна реализация на сервоуправление по скорост и позиция. Промислени контролери – PLC (Програмируеми логически контролери). Видове ел. двигатели и сервоконтролери по скорост за тях.
 12. Траекторно управление базирано на модели на динамиката на манипулаторите – „Комбинирано сервоуправление“ („Програмно управление“- „feedforward control“ комбинирано с ПД закон за сервоуправление). Схема на хардуерна реализация на цифрово сервоуправление.
 13. Траекторно управление“, базирано на модели на динамиката на манипулаторите – „Декупиращо управление (computed torque control). Устойчивост на Декупиращо управление. Оптимизация на декупиращо управление в пространството на обобщените координати.
 14. Адаптивно управление на работи - класификация. Итеративно управление със самообучение – основни характеристики, основни проблеми, алгоритъм (Baunded error algorithm) за решение на проблема с „преходното“ нарастване на траекторната грешка.

Литература

1. К. Делчев, Лекции за курс „Кинематика и динамика на работи“ и „Управление на работи“ от магистърска програма „Мехатроника, роботика и механика“.
2. John J. Craig, Introduction to Robotics, Mechanics and Control (Third Edition), Pearson Education, Inc., Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2005.
3. Л. Лилов, Г. Бояджиев: Динамика и управление на манипуляционни работи, СУ, 1997.
4. Armstrong B, Khatib O, Burdick J. The explicit dynamic model and inertial parameters of the PUMA 560 arm. Proc. of IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, vol. 1, San Francisco, USA, 1986; 510-518.
5. С. Патарински, Управление на промишлени работи, Въведение в биотехническата роботика - Г. Бранков, Е. Дюкенджиев – ред., Антропоморфни механизми и системи, том 1ви, книга 2ра, част 5та, СУ, 1983.
6. А. Анчев, Л. Лилов, Устойчивост на движението, Поредица съвременна математика, 16, Наука и изкуство, София, 1981.

7. Heinzinger, D., B. Fenwick, B. Paden and F Miyazaki, Robust Learning Control, Proc. of 28th Conference on Decision and Control, Tampa, FL, pp. 436-440, (1989).
8. Delchev, K., Iterative Learning Control for Nonlinear Systems: A Bounded-Error Algorithm. Asian Journal of Control, (2012). doi: 10.1002/asjc.554