

VIZSGAKÉRDÉSEK (lista)

AUTONÓM ROBOTOK ÉS JÁRMŰVEK (2008/2009-II)

1. Robotikai alapfogalmak. Irányított mechanizmus, pálya, feladat, végeffektor. Robotirányító rendszer elvi felépítése. PTP (pont-pont) és CP (folytonos pálya) irányítás. Belső és külső érzékelők.
2. Pozíció, orientáció, homogén transzformáció. Robot transzformációs gráfja. A robot $T_{0,6}$ homogén transzformációjának meghatározása összetett rendszer (pl. munkaasztal, tárgy, előírt megfogási helyzet, kamera, robot) esetén.
3. A Denavit-Hartenberg alak értelmezése (paraméterek és magyarázó rajz). A szomszédos szegmensek közötti $T_{i-1,i}$ kifejezése a paraméterekkel, szorzat és eredő alak.
4. Robot $T_{0,3}$ pozicionáló és $T_{3,6}$ orientáló részének felírása adott Denavit-Hartenberg paraméterek esetén.
5. Az orientáció jellemzése Euler-szögekkel, a direkt Euler feladat. Az inverz orientációs feladat megoldása Euler-szögek esetén. Alkalmazási lehetőségek a robotikában.
6. Az orientáció jellemzése RPY (roll, pitch, yaw) szögekkel. Az inverz orientációs feladat megoldása RPY-szögek esetén. Alkalmazási lehetőségek a robotikában.
7. Az orientáció jellemzése általános irányú tengely ($t, \|t\| = 1$) körüli forgatással (φ). A Rodrigues-képlet és mátrixa. Az inverz Rodrigues feladat megoldása. Alkalmazási lehetőségek a robotikában (az orientációs hiba számítása Descartes koordinátákban).
8. A pozicionáló és orientáló részfeladatra bontás elve egy ponton átmenő utolsó három rotációs csukló esetén: kiindulási feladat, a vezetés elve, algoritmus.
9. A Stanford robot csuklóképlete, vázlata, a koordináta rendszerek megválasztása a Denavit-Hartenberg konvenció szerint, a Denavit-Hartenberg paraméterek meghatározása a koordináta rendszerekből. Az inverz geometriai feladat megoldása.
10. A parciális sebesség és szögsebesség számítása rotációs és translációs csukló esetén. A Jacobi mátrix számítása a parciális sebességekből és szögsebességekből.
11. Pozíció, sebesség és gyorsulás algoritmus. J^{-1} számítása redundáns szabadságfokok esetén. J^{-1} számítása hiányzó szabadságfokok esetén (előírt egyenletek betartása, LS módszer).
12. Az inercia mátrix definíciója, összetett test inercia mátrixa. Kapcsolat a kinetikus energával. A dinamikus modell vezetésére szolgáló elvek (Lagrange egyenlet, Appell egyenlet, Newton-Euler-egyenlet és a bennük szereplő mennyiségek jelentése).
13. A Lagrange-egyenlet alakja robotok esetén. A csuklónyomaték (erő) felbontása effektív és csatoló inerciára; centripetális, Coriolis- és gravitációs hatásra. Kapcsolat D_{ijk} és D_{ij} között, valamint D_i és P_i között (deriváltakkal kifejezett szimbólikus alakok). Kapcsolat az effektív és csatoló inerciák és a robot kinetikus energiája között.
14. Az Appell-egyenlet alakja robotok esetén. A csuklónyomaték (erő) függése a kinematikai mennyiségektől ($\Gamma_i, \Phi_i, \Omega_{c,i}, \Theta_{c,i}$), tömegtől, tehetetlenségi nyomatéktól, tömegközépponttól és a gravitációs tértől (H, h). A gravitációs tér hatásának számítása: a kiindulási feladat megfogalmazása, a vezetés elve, a rekurzió típusa.
15. A pályatervezés elve folytonos gyorsulás esetén megállítással nélkül egy skalárváltozóban. Feltételek az interpolációs feladat megoldásához. Magyarázó rajz. Pályatervezési algoritmus csuklókoordinátákban. A Descartes koordinátákban történő pályatervezés visszavezetése TTTRRR fiktív robot pályatervezésére csuklókoordinátákban.
16. Robot transzformációs gráfja. Alkalmazás a pályatervezésben a $COORD * POS * TOOL^{-1}$ alak vezetésére (pl. tárgy megközelítése conveyor és kamera esetén, furat megközelítése tárggyal).
17. Csuklónként önálló háromhurkos (pozíció, sebesség és áram) kaszkád szabályozás hatásvázlata egyenáramú motor esetén. A pozíció hurok szabályozóinak tervezése.
18. A kiszámított nyomatékok módszere (nemlineáris szétcsatolás a csuklók terében). Az algoritmus centralizált és decentralizált részei. A decentralizált rész szabályozó paramétereinek megválasztása. A paraméter bizonytalanságok hatása.
19. Erő és nyomaték áthelyezése tetszőleges keretből egy másikba (pl. az erő/nyomaték érzékelőből a megfogóba vagy a kontaktuspontba). Összefüggés a csuklónyomaték (erő) és a megfogóban ható statikus erő és nyomaték között, az összefüggés vezérelése.

20. A robot mozgásegyenlete Descartes koordinátákban. A pozíció és orientáció hiba számítása Descartes koordinátákban történő irányítás esetén. A szabad mozgás nemlineáris szétcsatolása és az irányítás implementálásra alkalmas alakja.
21. A hibrid pozíció/erő irányítási algoritmus Descartes koordinátákban (operációs tér módszer). Pozíció/erő és orientáció/nyomaték specifikációs mátrixok, speciális keretek, általánosított feladatspecifikációs mátrixok. Az irányítási algoritmus decentralizált és centralizált részei, az algoritmus implementálásra alkalmas alakja.
22. A Puma 560 robot ARPS robotprogramozási nyelve: rendszer koncepció, a pozíció és orientáció definiálási elve. Palettázási feladat és a palettázó program megvalósítása ARPS nyelven.
23. Mobilis (kerekeken járó) robot kinematikai modellje, referencia robot, hiba. Helyzetszabályozási és pályakövetési feladat. A hibamodell transzformációja. Az irányítási algoritmus alakja konstans sebesség és szögsebesség esetén állapotvisszacsatolás mellett, a sajátértékek elhelyezkedése. Az irányítási törvény sebesség skálázás esetén. Nemlineáris visszacsatolás, a stabilitás indoklása és az alkalmazás feltételei.
24. Állapotbecslés aktuális Kalman-szűrővel időben változó diszkrétidejű lineáris rendszer esetén. Az állapotegyenlet alakja, sztochasztikus hipotézis, a lineáris szűrő alakja, az optimum probléma megfogalmazása. A Kalman-szűrő algoritmus (frissítés mérési időpontok között, a mérési eredmény frissítése).
25. Kiterjesztett Kalman-szűrő nemlineáris rendszer esetén. A nemlineáris rendszer alakja, sztochasztikus hipotézis. A nemlineáris rendszer lokális linearizálása, a linearizált rendszer állapotmátrixainak számítása. A kiterjesztett Kalman-szűrő algoritmus.
26. A mobilis robotok navigációjánál használt koordináta-rendszerek (ECI, ECEF, NED, BODY) értelmezése. Derékszögű és geodetikus koordináták értelmezése, magyarázó rajz, konverziók a kétféle ábrázolás között. A GPS szegmensei és a szegmensek feladatai. Clock és ephemeris paraméterek fontosabb jellemzői. A távolságmeghatározás hibaforrásai.
27. A GPS matematikai alapjai. Nemlineáris összefüggés a 4 szatellittől való távolság és a saját jármű x, y, z koordinátái és a Δt , órajel bias között. A nemlineáris probléma megoldása iterációval: lokális linearizálás az ismeretlen változók szerint, az LS feladat alakja és megoldása, a korrekciós szabály. Differenciális GPS (DGPS) a pozíció térben. A DGPS működési elvének levezetése bázisállomás és saját jármű esetén. Korrekciós szabály a vevő pozíciójának javítására.
28. Állapotbecslés képfeldolgozás és IMU bevonásával beltéri helikopter esetén. A helikopter kinematikai modellje. Az orientáció és szögsebesség becslése (EKF1, predikció, time update), a sebesség és pozíció becslése (EKF2), a kétszintű Kalman-szűrő struktúrája. Az állapotbecslés és irányítás implementációja beágyazott rendszeren (gyors prototípus tervezés, hardware-in-the-loop test).
29. Időoptimális pályatervezések Dubins és Reeds-Shepp járműhöz akadálymentes térben. A kétkerekű mobilis robot kinematikai modelljének mozgásegyenlete. A megengedett irányítási tartományok Dubins, Reeds-Shepp és differenciális meghajtású jármű esetén. A Dubins jármű mozgásprimitívjeinek lehetséges szekvenciái az időoptimális útvonalon, az optimális útvonal megtalálásának módszere a potenciális szekvenciák közül. A Reeds-Shepp jármű optimális útvonalának mozgásprimitívekből összeállított alapszavai.
30. A (kerekes) mobilis robot optimális útvonaltervezése és az optimális irányításelmélet közötti kapcsolat. A Pontryagin-féle maximum elv. A kapcsolófüggvények definíciója és az optimális irányítással való kapcsolata.
31. A differenciális meghajtású mobilis robot optimális útvonalának geometriája. A differenciális meghajtású mobilis robot kinematikai modelljének mozgásegyenlete, a megengedett irányítási tartomány, az extrémális trajektoriak jellegzetes intervallum típusai, a hozzájuk tartozó mozgásprimitívek és optimális irányítások. Az optimális irányítás és az η -vonal kapcsolata, az optimális trajektória lehetséges mozgásmintáinak legszűkebb halmaza; a szimmetria kihasználása az optimális trajektória tervezésénél.
32. Ütközésmentes pályatervezési algoritmusok általános felépítése. A pályatervezés és a gráfkeresési módszerek kapcsolata. Az előretartó keresés, annak metakódja és a legelterjedtebb előretartó keresési módszerek. A hátratartó keresés és a bidirekcionális keresés származtatása. Az inkrementális mintavételezésen és keresésen alapuló ütközésmentes útvonal-tervezési algoritmus általános lépései.
33. Potenciáltéren alapuló ütközésmentes pályatervezési algoritmusok. Véletlenszerűsített potenciáltér módszer és annak változatai: Ariadne fonala, térexpanziós útvonaltervező algoritmus, véletlen sétáló algoritmus.

34. Gyorsan feltérképező sűrű fán (RDT) alapuló ütközésmentes pályatervezési algoritmusok. Az algoritmus koncepciója, az egyszerű RDT metakódja akadálymentes és akadályt tartalmazó közegben; a kiegyensúlyozott bidirekcionális RDT metakódja, az RDT tulajdonságai.
35. Többszörös lekérdezésű útvonal-térkép (RMMQ) módszerek. A módszer koncepciója, két fő lépése. Az útvonal-térkép készítés metakódja és koncepciója. A láthatósági térkép jellemzői és a csomópontok típusai; a csomópont útvonal-térképbe való beszúrásának feltételei.
36. Multiágens rendszerek kooperatív követése mozgó objektum esetén. A kitűzött célok, a feladat leírása, a feladat diszkretizálása, az irányítás blokkdiagrammja, az ágensek sebessége, a robot döntési halmaza, az ágensek költségfüggvénye és annak komponensei, a játékelméleti probléma megoldása, Nash egyensúly, Stackelberg egyensúly, min-max stratégia, döntések több egyensúly esetén.
37. Járművek intelligens aktuátorai, a megvalósított funkciók osztályozása, az integrált irányítás koncepciója. A kommunikáció eszközei az egyes egységeket irányító elemek között. Gyors prototípustervező rendszerek az autóiparban. A Hardware-in-the-loop és a Software-in-the-loop szimuláció fogalma. A valós idejű *target* hardver és szoftver elemei. Az automatikus kódgenerálás folyamata.
38. Súrlódási jelenségek mechatronikai rendszerekben. A Dahl, Stribeck, Coulomb és viszkózus hatások jellemzése, a hatásokhoz tartozó súrlódási erők kifejezése. Az egyes hatások paraméterei, a súrlódás sebesség függése a felsorolt hatások figyelembevételével.
39. Robusztus stabilitás és Gamma-stabilitás. Bizonytalan paraméterek, a bizonytalanság jellemzése a paraméterterben. A robusztus stabilitás definíciója. Frazer és Duncan tétele. A tétel második feltételének vizsgálatára szolgáló numerikus módszerek: origó kizárása, paraméterter módszer. Gamma-régió és Gamma-stabilitás. A Frazer-Duncan tétel következménye a Gamma-stabilitás vizsgálatára.
40. Valós idejű operációs rendszerek, szoft és hard real-time követelmények. A QNX mikrokernél architektúrája, a mikrokernél által megvalósított funkciók. Folyamatok közötti kommunikáció megvalósítása a QNX esetében. A folyamatok állapotgráfja üzenetváltáskor. Alkalmazható ütemezési stratégiák.