UNIVERSITÀ DI PISA

SISTEMI DI GUIDA E NAVIGAZIONE

LORENZO POLLINI

Academic year	2022/23
Course	INGEGNERIA ROBOTICA E DELL'AUTOMAZIONE
Code	278II
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
SISTEMI DI GUIDA E NAVIGAZIONE	ING-INF/04	LEZIONI	60	LORENZO POLLINI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Il corso si propone di fornire agli studenti:

- conoscenze sulle tecniche di navigazione inerziale incluso i principi fisici su cui si basano i sesnori di grandezze inerziali?
- conoscenze sulle tecniche di navigazione inerziale integrata.
- conoscenze sulle tecniche di guida per intercettazione e guida a waypoint.

Modalità di verifica delle conoscenze

Lo studente sara' valutato in base alla sua capacità di interloquire sugli argomenti del corso con la terminologia appropriata. In aggiunta, lo studente dovrà preparare un report scritto su una problematica teorica/realizzativa a lui/lei assegnata alternine delle lezioni (o successivamente) su sua richiesta. Lo studente discuterà oralmente il suo report con lo scopo di dimostrare le attività svolte e la capacità di mettere in pratica, con adeguato senso critico, competenze acquisite.

Capacità

Lo studente al termine dell'insegnamento dovrà:

- Saper analizzare un problema di navigazione inerziale, integrata e non, impostare la soluzione ed ottenere e appropriate equazioni di meccanizzazione.
- Comprendere l'impatto degli errori di misura e meccanizzazione sull'accuratezza della navigazione.
- Saper descrivere i principi fisici alla base di accelerometri e giroscopi, e sistemi di misura non inerziali quali GPS, LORAN, VOR, DME, etc.
- Saper impostare un problema di intercettazione e fornire appropriate misure di performance attese.
- Saper analizzare un problema di guida con simulazioni al calcolatore.

Modalità di verifica delle capacità

Lo studente dovrà svolgere un'attività progettuale nel campo della guida o della navigazione, in laboratorio o a casa seconda dei temi, volta ad applicare le conoscenze acquisite ad un caso pratico e presentare i propri risultati attraverso una relazione scritta.

Comportamenti

Al termine del corso lo studente dovrà essere in grado di analizzare e progettare sistemi di navigazione inerziale e di guida con senso critico in autonomia.

Modalità di verifica dei comportamenti

La verifica dei comportamenti avviene attraverso una approfondita discussione durante l'esame orale

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

- sistemi di equazioni differenziali lineari e non-lineari?
- Tecniche di controllo a ciclo chiuso di base;
- concetti base di dinamica del corpo rigido

Indicazioni metodologiche
Lezioni frontali in aula con uso di lucidi e filmati. Le attività di apprendimento avvengono seguendo le lezioni e partecipando alle discussioni in aula. Illavoro di gruppo e' incoraggiato, con particolare riguardo all'attività progettuale.

Programma (contenuti dell'insegnamento)
Navigazione:

- Dead reckoning, Schemi base di navigazione inerziale: stabilized platform e strapdown.
- Misura dell'accelerazione: accelerometro meccanico, MEMS, a pendolo vincolato ed a flusso termico.
- Misura della velocità angolare. L'effetto giroscopico, precessione e nutazione, control moment gyro, Rate Gyro, L'effetto Sagnac, Fiber Optic Gyro, Ring Laser Gyro, vibrating element gyroscopes, Quartz e tuning fork gyroscopes, driving comb e capacitive pick-off.
- Sistemi di riferimento per la navigazione inerziale per la navigazione attorno alla terra: ECI, ECEF, NED, ENU, NWU, BODY, Wander Azimuth.
- Modello della terra: gravità, Geoide, campo magnetico.
- Equazioni di meccanizzazione per velocità, posizione ed assetto.
- Sistemi e principi di navigazione NON inerziale: misura velocità ad effetto doppler, VOR, DME e TACAN, LORAN, GPS, Differential GPS ed RTK
- La dinamica dell'errore nella navigazione inerziale strapdown.
- La navigazione inerziale integrata con filtraggio alla kalman diretto e indiretto (error state)

Guida:

- Classificazione dei sistemi di guida. Guida pursuit, constant bearing e proportional navigation guidance (PNG).
- La matematica del triangolo di intercettazione, linearizzazione della dinamica di intercettazione ed il concetto di Zero Effort Miss
- La guida PNG come soluzione di un gioco differenziale.
- La Augmented PNG e la Optimal Guidance Law.
- Proportional Navigation Command Guidance.
- Beam Rider Guidance e Command to LOS Guidance.
- Stima e filtraggio del rumore nei problemi di guida

Bibliografia e materiale didattico
Testi consigliati:

- Zarchan Paul, Tactical and Strategic Missile Guidance, AIAA Progress in Aeronautics and Astronautics, Vol. 199, 2002.
- Rogers Robert, Applied Mathematics in Integrated Navigation Systems, AIAA Education Series, 2000.
- Titterton and Weston, Strapdown Inertial Navigation Technology, Peter Peregrinus Ltd, 1997

Tutti i lucidi delle lezioni (dell'anno precedente) sono disponibili in anticipo.

Indicazioni per non frequentanti
Nessuna

Modalità d'esame
L’esame consiste nella valutazione dei risultati dell’attività progettuale ed in una verifica orale delle competenze acquisite.

Altri riferimenti web
nessuno

Note
nessuna

Ultimo aggiornamento 14/11/2022 14:52