Дәріс № 3. Навигация әдістері мен тәсілдері.

Дәріс жоспары:

1. Кіріспе
2. Навигация ұғымы және оның түрлері
3. Астрономиялық навигация әдістері
4. Инерциялық навигация (INS)
5. Радионавигация әдістері
6. Жер серіктік навигация (GNSS)
7. Визуалды навигация
8. Гибридті навигация тәсілдері
9. Жаңа технологиялар мен болашағы
10. Қорытынды

Дәріс мақсаты — студенттерге навигацияның негізгі әдістері мен тәсілдері туралы жан-жақты мағлұмат беру, олардың жұмыс істеу принциптерін, қолдану салаларын және бір-бірінен айырмашылықтарын түсіндіру. Сонымен қатар, заманауи навигациялық жүйелердің даму үрдістері мен оларды біріктіріп қолдану (гибридтеу) жолдарын қарастыру.

1. Кіріспе

Навигация — кеңістікте объектінің орнын, қозғалыс бағытын және жылдамдығын анықтауға арналған ғылым мен технологиялар жүйесі. Қазіргі заманда навигация тек теңізде емес, авиацияда, ғарышта, құрлықта және тіпті жеке мобильді құрылғыларда кеңінен қолданылады.

Навигацияда қолданылатын әдістер мен тәсілдер олардың қолдану саласына, техникалық мүмкіндіктерге және нақты шарттарға байланысты әртүрлі болады. Бұл дәрісте біз навигацияның негізгі әдістерін, олардың физикалық және математикалық негіздерін, артықшылықтары мен шектеулерін қарастырамыз.

2. Навигация ұғымы және оның түрлері

2.1. Навигация дегеніміз не?

Навигация — объектінің (мысалы, кеме, ұшақ, автокөлік, спутник, т.б.) нақты орнын, бағытын және жылдамдығын анықтауға мүмкіндік беретін процесс.

2.2. Навигацияның негізгі түрлері:

- **Астрономиялық навигация**
- **Радионавигация**
- **Инерциялық навигация**
- **Спутниктік (ЖСРН/GNSS) навигация**
- **Визуалды навигация**
- **Гибридті навигация (бірнеше әдістерді біріктіру)**

3. Астрономиялық навигация әдістері

3.1. Астрономиялық әдістің негізі

Бұл әдіс жұлдыздар, Күн, Ай және басқа аспан денелерінің орналасуы бойынша бағытты анықтауға негізделеді. Ежелгі теңізшілер астроляби мен секстант арқылы жұлдыздардың биіктігін өлшеп, өз орнын анықтаған.

3.2. Қолданылуы

- Теңіз және әуе кемелерінде
- Ғарыш аппараттарында
- ЖСРН сигналы болмаған жағдайда резервтік әдіс ретінде

3.3. Артықшылықтары мен шектеулері

Артықшылықтары:

- Спутник қажет емес
- Толық автономды

Шектеулері:

- Ауа райына тәуелді (тұман, бұлт)
- Түнде немесе күндізгі уақытқа байланысты

4. Инерциялық навигация (INS)

4.1. Жұмыс принципі

Инерциялық жүйелер объектінің жылдамдығын және бағытын акселерометрлер мен гироскоптар арқылы өлшейді. Осы мәліметтер негізінде орнын интегралдау арқылы анықтайды.

4.2. Қолданылуы

- Әскери техникада
- Зымырандарда
- Ұшақтар мен ғарыш кемелерінде
- GNSS сигналы үзілген жерлерде

4.3. Артықшылықтары мен шектеулері

Артықшылықтары:

- Автономды
- Жоғары жиілікте жұмыс істейді

Шектеулері:

- Уақыт өте келе қателік жинақталады («дрейф»)
- Дәлдік қымбат құрылғыларға байланысты

5. Радионавигация әдістері

5.1. Жұмыс принципі

Радионавигациялық жүйелер белгілі бір радиобекеттерден келетін сигналдардың бағыттарын немесе арақашықтығын өлшеу арқылы объектінің орнын анықтайды.

5.2. Түрлері

- **LORAN** – ұзын толқынды радионавигация
- **VOR/DME** – авиацияда қолданылатын бағыттық және қашықтық өлшеу
- **OMEGA** – ұзын толқынды жаһандық жүйе (қазір қолданылмайды)

5.3. Қолданылуы
- Азаматтық және әскери авиацияда
- Кемелерде
- Автоматтандырылған басқару жүйелерінде

6. Жер серіктік навигация (GNSS)
6.1. Жұмыс принципі
Жер серіктік жүйелер объектіге бір уақытта бірнеше спутниктен сигнал қабылдау арқылы оның үш координатасын және уақытын анықтауға мүмкіндік береді.
6.2. Негізгі жүйелер
- **GPS** (АҚШ)
- **GLONASS** (Ресей)
- **Galileo** (ЕО)
- **BeiDou** (Қытай)
- Аймақтық жүйелер: QZSS (Жапония), NavIC (Үндістан)

6.3. Артықшылықтары мен шектеулері
Артықшылықтары:
- Жоғары дәлдік (см-деңгейіне дейін RTK арқылы)
- Ғаламдық қамту
- Қол жетімділігі мен арзандығы

Шектеулері:
- Радиожелілерге тәуелділік
- Қалалық жерлерде немесе туннельде сигналдың жоғалуы

7. Визуалды навигация
7.1. Жұмыс принципі
Жергілікті немесе белгілі объектілерге қарап бағытты анықтау. Ең ежелгі және интуитивті әдіс.
7.2. Қолданылуы
- Адаммен басқарылатын көлік құралдарында (авто, теңіз, әуе)
- Дрондар мен автономды роботтарда (заманауи компьютерлік көру жүйелері)

7.3. Артықшылықтары мен шектеулері
Артықшылықтары:
- Қарапайым
- Қосымша құрылғылар қажет емес

Шектеулері:
- Күндізгі жарыққа тәуелді
- Объектілердің көрінуі міндетті

8. Гибридті навигация тәсілдері

8.1. Гибридтеу қажеттілігі

Бір ғана навигациялық әдіс барлық жағдайға жарамды бола бермейді. Сондықтан жоғары сенімділік пен дәлдікке жету үшін әртүрлі навигациялық әдістер біріктіріледі.

8.2. Мысалдар:

- **GNSS + INS** — спутник сигналы жоғалғанда инерциялық жүйе көмектеседі
- **GNSS + визуалды жүйе** — роботтар мен дрондарда
- **GNSS + радионавигация** — авиацияда резерв ретінде

9. Жаңа технологиялар мен болашағы

9.1. Жасанды интеллект (AI) пен машиналық оқыту

- Навигация деректерін біріктіру мен сүзуге арналған алгоритмдер
- Қателіктерді автоматты түрде түзету

9.2. Кванттық навигация

- Кванттық гироскоптар мен акселерометрлер
- GNSS-ке тәуелсіз дәл инерциялық жүйелер

9.3. Навигация жүйелерінің қауіпсіздігі

- GNSS сигналдарының бұзылуы (jamming, spoofing)
- Қауіпсіздік үшін криптографиялық шешімдер мен резервтік әдістердің рөлі артуда

10. Қорытынды

Навигация — көпсалалы, динамикалық дамып келе жатқан сала. Оның әдістері уақыт пен технологияға байланысты күрделеніп, жетілдірілуде. Қазіргі таңда сенімді, дәл және қауіпсіз навигацияны қамтамасыз ету үшін әртүрлі тәсілдер біріктіріліп, гибридті жүйелер жасалуда. Студенттер мен болашақ мамандар навигацияның әртүрлі әдістерін білу арқылы нақты қолдану салаларында тиімді шешім қабылдай алады.

Бақылау сұрақтары

1. Навигация ұғымын қалай түсінесіз және оның қандай түрлері бар?
2. Астрономиялық навигация қандай қағидаттарға негізделеді?
3. Инерциялық навигациялық жүйенің жұмыс істеу принципі қандай?
4. Радионавигациялық әдістердің негізгі артықшылықтары мен шектеулері қандай?
5. Жер серіктік навигациялық жүйелердің (GNSS) түрлерін атаңыз және салыстырыңыз.
6. Визуалды навигация әдісі қай жағдайларда тиімді қолданылады?
7. Гибридті навигация деген не және оның артықшылықтары қандай?
8. GNSS сигналдарының бұзылуы қандай мәселелер туғызады?
9. Жаңа технологиялар (AI, кванттық навигация) навигация саласына қандай жаңалықтар әкелуде?
10. Бірнеше навигациялық әдісті бір жүйеде біріктірудің тиімділігі неде?

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. **Kaplan E. D., Hegarty C. J.**
   Understanding GPS: Principles and Applications. — Artech House, 2006.
2. **Misra P., Enge P.**
   Global Positioning System: Signals, Measurements and Performance. — Ganga-Jamuna Press, 2006.
3. **Teunissen P. J. G., Montenbruck O. (Eds.)**
   Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems. — Springer, 2017.
4. **Leick A.**
   GPS Satellite Surveying. — John Wiley & Sons, 2015.
5. **Сұлтанғазин Ө. А., Медеу А. Р.**
   Спутниктік геодезия және навигация негіздері. — Алматы: ҚазҰТУ баспасы, 2010.
6. **ITU-R Recommendations** – Радионавигация және байланыс стандарттары.
   https://www.itu.int
7. **Қазақстан Республикасы Ұлттық ғарыш агенттігі сайттары**
   — https://gharysh.kz