

№10 Дәріс. Нақты уақыт жүйелеріне кіріспе. Қасиеттері мен қолданылу аймақтары

Дәрістің мақсаты:

- Нақты уақыт жүйелерінің (Real-Time Systems, RTS) мәнін түсіндіру
- Олардың негізгі қасиеттері мен ерекшеліктерін талдау
- Нақты уақыт жүйелерінің түрлерін және қолдану салаларын қарастыру
- Уақыттық шектеулер, жоспарлау, сенімділік принциптерін түсіндіру

Кілт сөздер:

Нақты уақыт жүйесі, детерминирленген мінез-құлық, нақты уақыт режиміндегі қатаң режим, нақты уақыт режиміндегі жұмсақ режим, кестелеу, кідіріс, ендірілген жүйелер, мерзімдер, басқару жүйелері.

1. Кіріспе

Нақты уақыт жүйелері — бұл ақпаратты өңдеу нәтижесі белгілі уақыт ішінде алынуы тиіс жүйелер. Мұндай жүйелерде дұрыс нәтиже ғана емес, сонымен бірге оның уақытында берілуі де өте маңызды.

Уақыт – бұл жүйенің негізгі бағдары және сапа параметрі.

Бұл жүйелер көбіне аппараттық құралдармен тығыз интеграцияланады және нақты уақыт режимінде қоршаған ортамен әрекеттеседі.

2. Нақты уақыт жүйелері деген не?

Анықтама. Нақты уақыт жүйесі (RTS) – белгілі бір уақыт аралығында сыртқы немесе ішкі оқиғаларға дер кезінде және детерминирленген түрде жауап беретін есептеу жүйесі.

Мысалы:

- Автокөлік ABS тежегіш жүйесі
- Ұшақтарды басқару жүйелері
- Медициналық жүрек соғысын қадағалау құрылғысы
- Өнеркәсіп роботтары
- Ядролық реактор қауіпсіздік жүйелері

3. Нақты уақыт жүйесінің негізгі ерекшеліктері

Ерекшелігі	Түсіндірме
Детерминирленген әрекет	Жауап беру уақыты алдын ала нақты белгілі
Уақыттық шектеулер	Әрбір процесс үшін deadline белгіленеді
Жеделдік (Low latency)	Кідіріс ең төмен болуы тиіс
Сенімділік	Жүйе қателерге төзімді болуы керек
Үздіксіздік	24/7 жұмыс істеу қабілеті
Қауіпсіздік	Қауіпті сценарийлерде дұрыс жауап беру міндетті

4. Нақты уақыт жүйелерінің түрлері

1. Қатаң нақты уақыт жүйелері (Hard Real-Time Systems)

Уақыт талабын орындамау катастрофалық нәтиже береді.

Мысалдар:

- Әуе кемесін басқару
- Медициналық имплант (пейсмейкер)
- Әскери зымыран навигациясы
- Ядролық станция қауіпсіздік жүйесі

Deadline бұзылды = жүйе істен шықты.

2. Жұмсақ нақты уақыт жүйелері (Soft Real-Time Systems)

Уақыттан аздаған ауытқуға рұқсат беріледі, бірақ жүйе сапасы төмендейді.

Мысалдар:

- Онлайн ойындар (multiplayer)
- Видео/аудио стриминг
- Билеуші роботтар

3. Бекімді нақты уақыт жүйелері (Firm Real-Time Systems)

Deadline жіберілсе, нәтиже жарамсыз, бірақ жүйе істен шықпайды.

Мысалдар:

- Өндірістік басқару жүйелері
- Логистикалық автоматтандыру

5. RTOS (Real-Time Operating System)

Нақты уақыт операциялық жүйелері уақытқа сезімтал процестерді басқаруға арналған.

Мысалдар:

- FreeRTOS
- VxWorks
- QNX
- RTLinux
- µC/OS

Талаптар:

- Deterministic task scheduling
- Interrupt latency төмен болу
- Memory management сенімділігі

6. Жоспарлау (Scheduling) әдістері

Әдіс	Сипаттамасы
Rate-Monotonic Scheduling (RMS)	Статикалық приоритет
Earliest Deadline First (EDF)	Жақын deadline алдымен орындалады
Round Robin	Қатар кезекпен
Priority-based	Маңыздылық бойынша

7. Нақты уақыт жүйелерінің қолданылу салалары

Сала	Қолдану
Көлік	ABS, cruise control, автопилот
Ұшқышсыз аппараттар	UAV, дрондар

Сала	Қолдану
Медицина	Реанимация мониторлары, импланттар
Өнеркәсіп	Роботтандыру, PLC, SCADA
Қорғаныс	Зымыран, радар жүйелері
Қаржы	High-Frequency Trading (HFT) алгоритмдері
Telecom	5G базалық станциялар
Smart city	Трафикті басқару, қауіпсіздік жүйелері

8. Артықшылықтары мен шектеулері

Артықшылықтар:

- Шынайы уақыттағы дәлдік
- Сенімділік және қауіпсіздік
- Қоршаған ортамен тез байланыс
- Критикалық процестерді автоматтандыру

Кемшіліктері:

- Бағдарламалау күрделі
- Жоғары аппараттық талаптар
- Тестілеу қиын
- Бағасы жоғары

Қорытынды

Нақты уақыт жүйелері — қауіпсіздік пен жылдамдық талап етілетін заманауи автоматтандырылған әлемнің негізгі бөлігі. Уақыттық шектеуді сақтамау көптеген салаларда адам өміріне қауіп төндіруі мүмкін, сондықтан бұл жүйелердің жобалануы мен тестіленуі ерекше маңызды.

Бақылау сұрақтары

1. Нақты уақыт жүйесі деген не?
2. Қатаң және жұмсақ нақты уақыт жүйелерінің айырмасы қандай?
3. Нақты уақыт жүйелерінің негізгі қасиеттерін атаңыз.
4. RTOS деген не және мысал келтіріңіз.
5. EDF және RMS жоспарлау алгоритмдерінің айырмашылығы қандай?
6. Нақты уақыт жүйелері қандай салаларда қолданылады?

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Liu, J. W. S. Real-Time Systems, Prentice-Hall.
2. Tanenbaum A., Modern Operating Systems.
3. Laplante, P. Real-Time Systems Design and Analysis.
4. Burns & Wellings. Real-Time Systems and Programming Languages.
5. FreeRTOS Official Documentation — freertos.org
6. VxWorks, QNX Technical Manuals