

№4 Дәріс. Процестер мен ағындар. Үйлестіру және синхрондау әдістері

Дәріс мақсаты.

- Үлестірілген жүйелердегі процесстер мен ағындардың табиғатын түсіндіру;
- Процесс және ағын арасындағы айырмашылықтарды ашу;
- Үйлестіру (coordination) қажеттілігін түсіндіру;
- Синхрондау (synchronization) механизмдері мен алгоритмдерін қарастыру.

Кілт сөздер.

Процесс, ағын (thread), мультипроцессорлық жүйе, параллельдік, конкуренттік есептеу, синхрондау, блоктау, семафор, мьютекс, монитор, критикалық секция, deadlock, race condition, үлестірілген үйлестіру.

Дәріс жоспары.

1. Процестердің анықтамасы және қасиеттері
2. Ағындардың түсінігі және ерекшеліктері
3. Процестер мен ағындардың айырмашылықтары
4. Үйлестіру қажеттілігі және мәселелері
5. Синхрондау ұғымы және негізгі міндеттері
6. Синхрондау әдістері:
 - Критикалық секция
 - Мьютекс (mutex)
 - Семафор (semaphore)
 - Мониторлар (monitors)
 - Барьерлер (barriers)
7. Race condition және Deadlock
8. Үлестірілген жүйелердегі синхрондау ерекшелігі
9. Қорытынды

1. Процестердің анықтамасы және қасиеттері

Процесс (process) — бұл операциялық жүйеде орындалатын бағдарламаның жұмыс істеп тұрған данасы.

Әр процесс өзіне тән:

- Адрестік кеңістік
- Жады (heap, stack)
- Регистрлер
- Файл дескрипторлары
- Процессор уақыты

Процесстер тәуелсіз немесе өзара байланысқан болуы мүмкін. Үлестірілген жүйеде процесс бір немесе бірнеше физикалық торапта орындалуы мүмкін.

Процестің негізгі күйлері:

1. Жаңа (new)

2. Дайын (ready)
3. Орындауда (running)
4. Блокталған (waiting)
5. Аяқталды (terminated)

2. Ағындардың түсінігі және ерекшеліктері

Ағын (Thread) — процестің ішіндегі ең кіші орындалу бірлігі.

Негізгі қасиеттері:

- Бір процесс ішінде бірнеше ағын болуы мүмкін;
- Бірдей адрестік кеңістікті бөліседі;
- Орындау жылдамдығы жоғары;
- Жады шығыны аз;
- Параллелизм деңгейін арттырады.

Ағындар CPU ресурстарын тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

3. Процестер мен ағындардың айырмашылықтары

Ерекшелік	Процесс	Ағын
Адрестік кеңістік	Жеке	Ортақ
Жады тұтыну	Көп	Аз
Орындау жылдамдығы	Төмен	Жоғары
Қауіпсіздік	Жоғары	Төмен
Байланыс	Күрделі (IPC)	Оңай (ортақ жад)

4. Үйлестіру қажеттілігі

Үйлестіру (coordination) — бірлесіп жұмыс істейтін процестер мен ағындардың ресурстарды дұрыс қолдануын қамтамасыз ету.

Мәселе мысалдары:

- Ортақ жадқа бір уақытта қол жеткізу.
- Бір процестің нәтижесіне екінші процесстің тәуелділігі.
- Желі арқылы хабарламалар реті.

5. Синхрондау ұғымы

Синхрондау (synchronization) — ортақ ресурстарға қолжетімділікті басқару және процестердің реттелген жұмысын қамтамасыз ету процесі.

Міндеттері:

- Бірізділікті сақтау.
- Қақтығыстарды болдырмау.
- Жадтың бірдей күйін қамтамасыз ету.
- Деректердің тұтастығын қорғау.

6. Синхрондау әдістері

Критикалық секция.

Ортақ ресурсқа кіру шектелетін код бөлігі.

Мьютекс (Mutex).

Ресурсты тек бір процесс/ағынға береді.

Семафор (Semaphore).

Ресурсқа N ағынға дейін рұқсат береді.

- Binary semaphore (бинарлық семафор) – мьютекске ұқсас.
- Counting semaphore – есептегіш арқылы басқарады.

Мониторлар (Monitors).

Жоғары деңгейлі объект — синхрондау ережелері автоматты түрде сақталады (Java synchronized, C# lock).

Барьерлер (Barriers.)

Барлық ағындар бір межеге жеткенше тоқтатылады.

7. Race Condition және Deadlock

Race Condition.

Бір уақытта орындалатын процестер ортақ мәнді өзгертсе — нәтиже анық емес.

Deadlock (Өлі тұйықталу)

Процестер бір-бірін күтуі нәтижесінде жұмыс тоқтауы.

Deadlock шарттары (Coffman):

1. Өзара блоктау
2. Ұстап тұрып күту
3. Ресурстарды күштеп босатпау
4. Циклдік күту

8. Үлестірілген жүйелердегі синхрондау ерекшелігі.

Үлестірілген ортада қосымша қиындықтар бар:

- Желі кідірісі
- Хабарламалардың кешігіп келуі
- Тораптардың істен шығуы
- Сағаттарды синхрондау қажеттілігі (Lamport clock, Vector clocks)

Бұл жағдайда Raft, Paxos сияқты протоколдар қолданылады.

Қорытынды

Процесс және ағын — үлестірілген есептеудің негізгі құрылымдық элементтері.

Синхрондау әдістері деректердің тұтастығын қамтамасыз етеді және жүйенің тұрақтылығын қолдайды.

Заманауи үлестірілген жүйелерде синхрондау және үйлестіру — негізгі инженерлік міндеттердің бірі.

Бақылау сұрақтары

1. Процесс деген не? Ағыннан айырмашылығы қандай?
2. Процесстердің негізгі күйлерін атаңыз.
3. Ағындардың артықшылықтарын түсіндіріңіз.
4. Үйлестіру дегеніміз не және ол не үшін қажет?

5. Синхрондаудың қандай негізгі тәсілдерін білесіз?
6. Мьютекс пен семафор арасындағы айырмашылық?
7. Race condition деген не?
8. Deadlock қандай жағдайларда пайда болады?
9. Үлестірілген жүйелердегі синхрондау неге күрделі?
10. Lamport логикалық сағаттарының мәні неде?

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Таненбаум, Э., Ван Стеен М. "Распределенные системы: принципы и парадигмы"
2. William Stallings. Operating Systems: Internals and Design Principles
3. Silberschatz A., Galvin P. Operating System Concepts
4. Andrew S. Tanenbaum. Modern Operating Systems
5. Coulouris, Dollimore, Kindberg. Distributed Systems: Concepts and Design