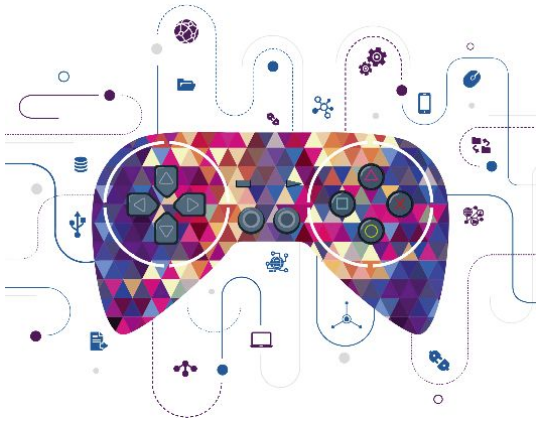


그림으로 배우는 구조와 원리

운영체제 개정 3판

Chatpter 05

교착 상태와 기아 상태

쓰레드에서 프로그래밍 실습

상황

멀티 쓰레드에서 공유 자원의 상호 배제를 해야하는 이유를 실습

Gold 를 플레이어가 사냥을 할때 10골드씩 모을수 있음

플레이어는 사냥후 물약을 구매하며 1골드를 사용

100번의 사냥과 100번의 물약을 구매를 했다면 결과는?

모범답은..

- 100X10 – 100X1 = 900 골드

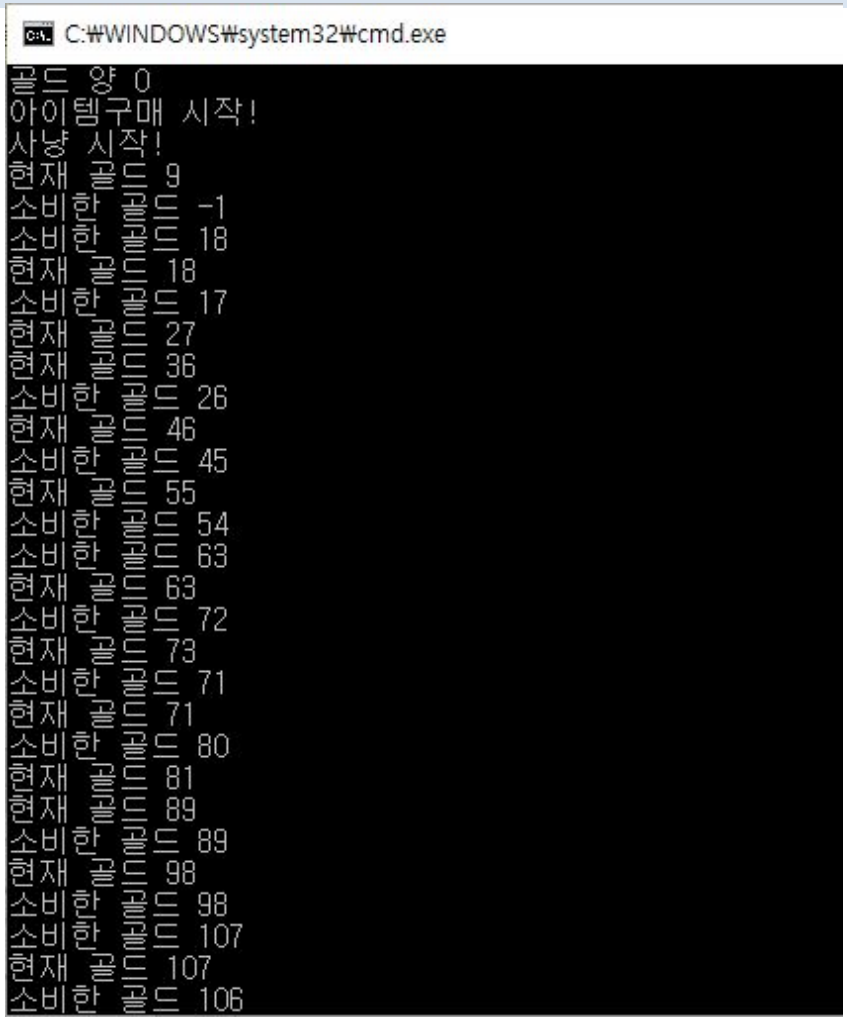
쓰레드에서 프로그래밍 실습

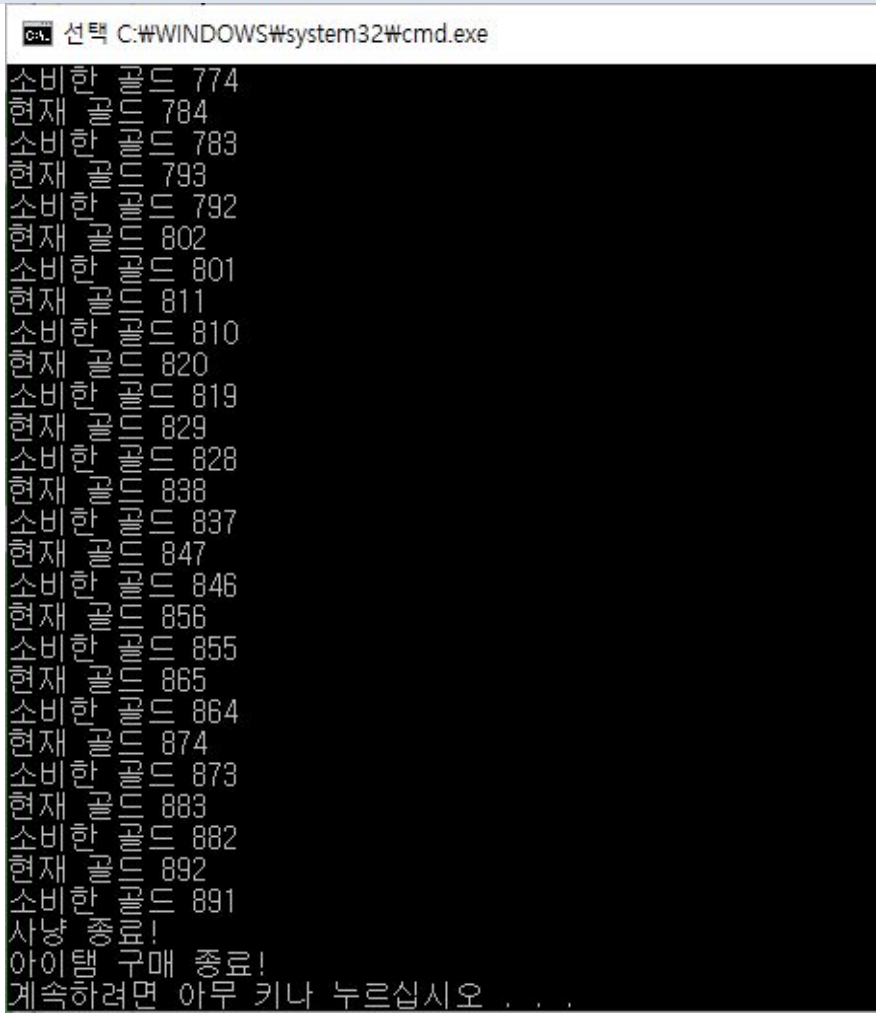
```
1   using System;
2   using System.Threading;
3
4   namespace ThreadRacing
5   {
6       class Program
7       {
8           public static int gold;
9
10          public static void Main(string[] args)
11          {
12              Program.gold = 0;
13
14              Thread thread0 = new Thread(() => Hunt());
15              thread0.Start();
16              Thread thread1 = new Thread(() => BuyItem());
17              thread1.Start();
18
19              Console.WriteLine(string.Format("골드 양 {0}", Program.gold));
20
21          }
22
```

쓰레드에서 프로그래밍 실습

```
23      public static void Hunt()
24      {
25          Console.WriteLine(string.Format("사냥 시작!"));
26
27          for (int i = 0; i < 100; i++)
28          {
29              Program.gold += 10;
30              Console.WriteLine(string.Format("현재 골드 {0}", Program.gold));
31              Thread.Sleep(10);
32          }
33          Console.WriteLine(string.Format("사냥 종료!"));
34      }
35
36
37      public static void BuyItem()
38      {
39          Console.WriteLine(string.Format("아이템구매 시작!"));
40
41          for (int i = 0; i < 100; i++)
42          {
43              Program.gold -= 1;
44              Console.WriteLine(string.Format("소비한 골드 {0}", Program.gold));
45             Thread.Sleep(10);
46          }
47          Console.WriteLine(string.Format("아이탬 구매 종료!"));
48      }
49
50  }
```

쓰레드에서 프로그래밍 실습





레이스 컨디션! (두개 이상의 프로세스나 쓰레드가 서로 경쟁을 하면서 Gold를 덮어 써서 동기화가 안되는 문제가 발생!)

레이스 컨디션 해결 방법!

원자 단위 연산

- 원자단위 연산에는 일반적으로 다음과 같은 종류가 있다.
- 1만큼 증가(Increment)
- 1만큼 감소(Decrement)
- 원하는 만큼 더해서 대입
- 원하는 만큼 빼서 대입
- 일반 교체
- 조건부 교체(CAS; Compare and Swap)
- 읽기

Locking 사용하기

- C# 에서 오브젝트를 생성하고, 이걸로 locking을 걸 수 있음!

Locking을 사용한 해결 방법

```
1   using System;
2   using System.Threading;
3
4   namespace ThreadRacing
5   {
6       class Program
7       {
8           public static int gold;
9           // lock문에 사용될 객체
10          public static object lockGold = new object();
11
12          public static void Main(string[] args)
13          {
14              Program.gold = 0;
15
16              Thread thread0 = new Thread(() => Hunt());
17              thread0.Start();
18              Thread thread1 = new Thread(() => BuyItem());
19              thread1.Start();
20
21              Console.WriteLine(string.Format("골드 양 {0}", Program.gold));
22
23          }
```

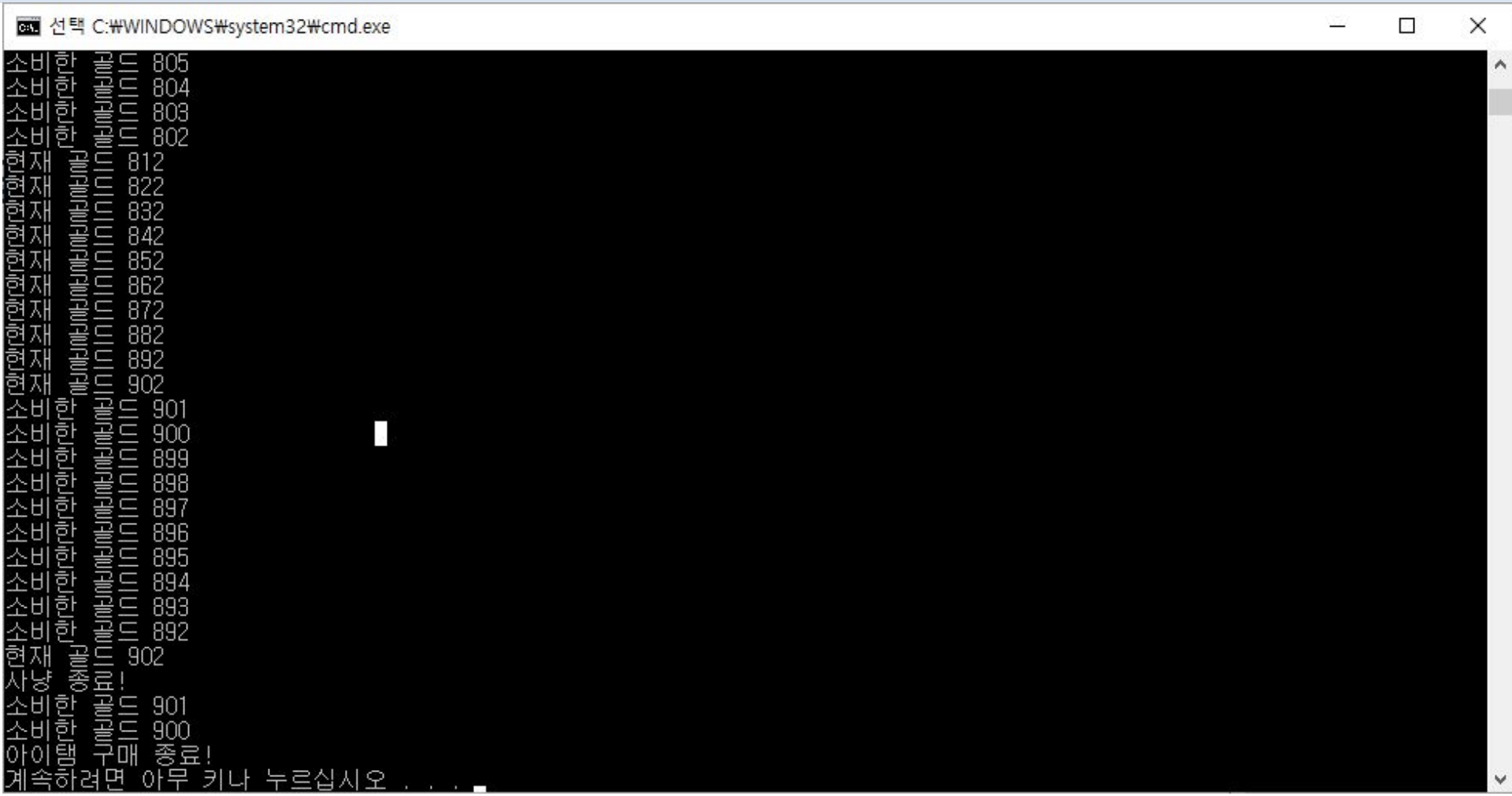
Locking을 사용한 해결 방법

```
24
25          public static void Hunt()
26          {
27              Console.WriteLine(string.Format("사냥 시작!"));
28
29              for (int i = 0; i < 100; i++)
30              {
31                  lock (Program.lockGold)
32                  {
33                      Program.gold += 10;
34                      Console.WriteLine(string.Format("현재 골드 {0}", Program.gold));
35                      Thread.Sleep(10);
36                  }
37              }
38              Console.WriteLine(string.Format("사냥 종료!"));
39          }
40
```

Locking을 사용한 해결 방법

```
42          public static void BuyItem()
43          {
44              Console.WriteLine(string.Format("아이템구매 시작!"));
45
46              for (int i = 0; i < 100; i++)
47              {
48                  lock (Program.lockGold)
49                  {
50                      Program.gold -= 1;
51                      Console.WriteLine(string.Format("소비한 골드 {0}", Program.gold));
52                      Thread.Sleep(10);
53                  }
54              }
55              Console.WriteLine(string.Format("아이템 구매 종료!"));
56          }
57
58      }
59  }
```

Locking을 사용한 해결 방법



레이스 컨디션 해결 (단 속도가 많이 느려짐!)

교착상태 (Dead Lock 걸기!)

상황

Gold 를 플레이어가 사냥을 할때 10골드씩 모을수 있고, 퀘스트템 1개를 획득

플레이어는 사냥후 물약을 구매하며 1골드를 사용하고, 퀘스트템 1개를 처분

Gold 와 Item을 두개를 같이 걸어 보자!

- 사냥 쓰레드에서 Gold를 들어가서 Item을 걸기
- 아이템 구매 쓰레드에서는 Item을 들어가서 Gold를 걸기

교착상태 (Dead Lock 걸기!)

```
1   using System;
2   using System.Threading;
3
4   namespace ThreadRacing
5   {
6       class Program
7       {
8           public static int gold;
9           public static int item;
10          // lock문에 사용될 객체
11          public static object lockGold = new object();
12          public static object lockItem = new object();
13
14          public static void Main(string[] args)
15          {
16              Program.gold = 0;
17              Program.item = 0;
18
19              Thread thread0 = new Thread(() => Hunt());
20              thread0.Start();
21              Thread thread1 = new Thread(() => BuyItem());
22              thread1.Start();
23
24              Console.WriteLine(string.Format("골드 양 {0}", Program.gold));
25
26          }
```

교착상태 (Dead Lock 걸기!)

```
27
28      public static void Hunt()
29      {
30          Console.WriteLine(string.Format("사냥 시작!"));
31
32          for (int i = 0; i < 100; i++)
33          {
34              lock (Program.lockGold)
35              {
36                  Program.gold += 10;
37                  Console.WriteLine(string.Format("현재 골드 {0}", Program.gold));
38
39
40                  lock(Program.lockItem)
41                  {
42                      Program.item += 1;
43                      Console.WriteLine(string.Format("현재 퀘스트템 {0}", Program.item));
44                  }
45
46                  Thread.Sleep(10);
47              }
48          }
49          Console.WriteLine(string.Format("사냥 종료!"));
50      }
51
```

교착상태 (Dead Lock 걸기!)

```
53          public static void BuyItem()
54          {
55              Console.WriteLine(string.Format("아이템구매 시작!"));
56
57              for (int i = 0; i < 100; i++)
58              {
59                  lock (Program.lockItem)
60                  {
61                      Program.item -= 1;
62                      Console.WriteLine(string.Format("현재 퀘스트템 {0}", Program.item));
63
64                      lock (Program.lockGold)
65                      {
66                          Program.gold -= 1;
67                          Console.WriteLine(string.Format("소비한 골드 {0}", Program.gold));
68
69                      }
70
71                      Thread.Sleep(10);
72                  }
73
74
75              }
76              Console.WriteLine(string.Format("아이템 구매 종료!"));
77          }
78
79      }
80  }
```

교착상태 (Dead Lock 걸기!)

교착상태! (너무나 쉽게 발생합니다!)

레포트

- **교착상태에 발생한 마지막 실습을 해결하기**
  - 코드와, 해결된 스크린샷을 제출할것

Thank You