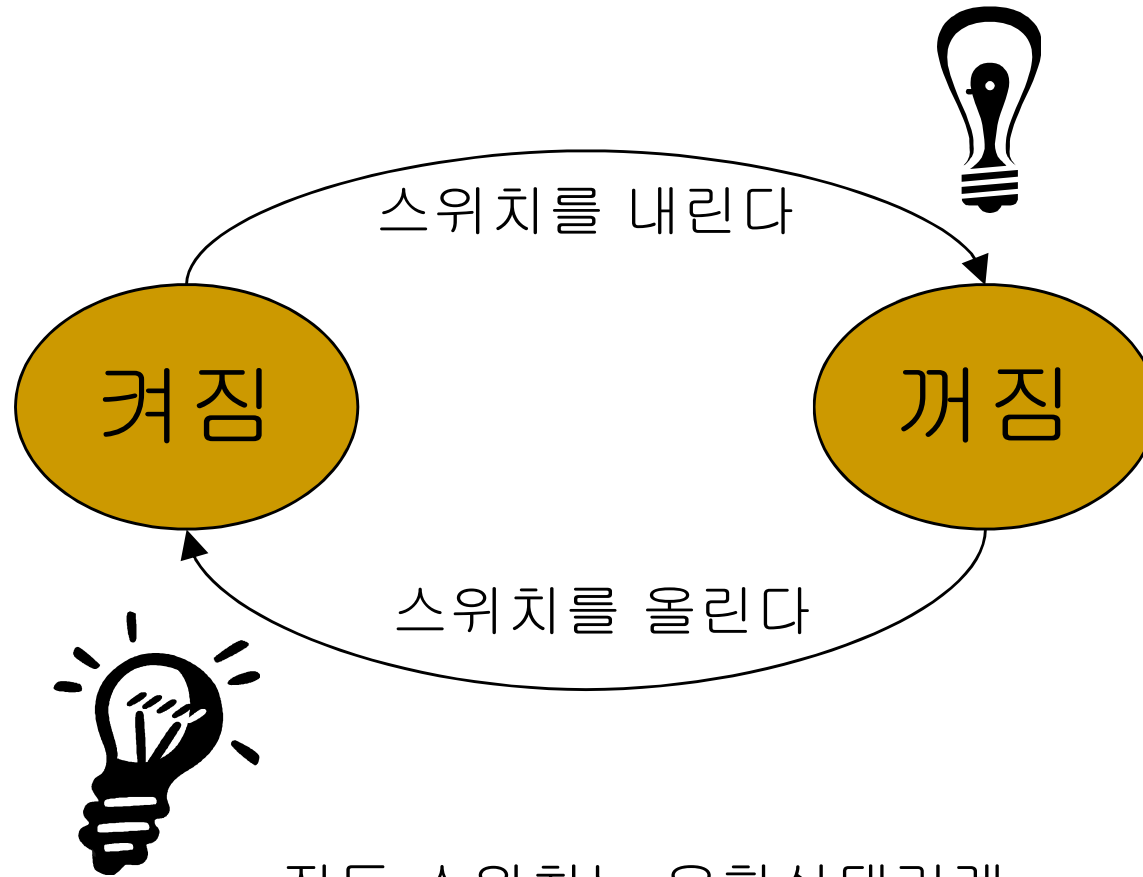


Chapter 2

상태구동형 에이전트의 디자인



전등 스위치는 유한상태기계

유한 상태 기계란 무엇인가?

- FSM (Finite State Machine)
- 주어진 모든 시간에서 처할 수 있는 유한 개의 상태를 가지고
- 주어진 입력에 따라
 - 어떤 상태에서 다른 상태로 전환시키거나
 - 출력이나 액션이 일어나게 하는
- 장치 또는 그런 장치를 나타낸 모델

유한 상태 기계

□ Finite State Machine (FSM)의 장점

- 빠르고 코딩하기가 쉽다
- 오류수정이 용이하다
- 계산 부담이 없다
- 직관적이다
 - 게임 에이전트의 행동을 여러 개의 상태들로 분해
 - 이것들을 조작하는 데 요구되는 규칙들을 세우는 것
- 유연성이 있다

유한상태기계 구현하기

□ 상태를 나타내는 열거형을 사용

- if-then, switch

```
enum StateType {RunAway, Patrol, Attack};
```

```
void Agent::UpdateState(StateType CurrentState) {  
    switch(CurrentState) {  
        case RunAway:      ...  
        case Patrol: ...  
        case Attack: ...  
    }  
}
```

- 유연성이 없고, 확장이 어려움

상태 전환표 (state transition table)

- 조건들과 이 조건들이 이끌어가는 상태들
- 상태 전환표의 예

현재상태	조 건	상태 전환
도망가기	안전하다	순찰하기
공격하기	적보다 약하다	도망가기
순찰하기	위협받고 적보다 강하다	공격하기
순찰하기	위협받고 적보다 약하다	도망가기

상태 디자인 패턴 구조(내장된 규칙들)

□ '상태들 자신의 내부에 상태 전환을 위한 규칙'들을 내장

- State Design Pattern

- 상태들은 객체로 캡슐화되어 있고

- 상태 전환을 쉽게 하는데 요구되는 논리들을 포함

 - 예) 상태 전환칩은 역할을 분담해서 카트리지로 규칙들을 직접 이동

- 모든 상태 객체들은 공통의 interface를 공유

 - State라는 순수 가상 클래스

```
class State
{
    public:
    virtual void Execute(Troll* troll) = 0;
};
```

```
class Troll
{
    State* m_pCurrentState;
public:
    void Update() // 갱신될 때 어떻게 행동할지 현재 상태에
    {    m_pCurrentState->Execute(this); }// 따라 달라짐

    void ChangeState(const State* pNewState)
    {
        delete m_pCurrentState;
        m_pCurrentState = pNewState;
    }
};
```

- 상태 구동형(state-driven) 행동을 구현하는 세련된 방법
 - 각 상태에서 액션을 추가하거나 제거하는 작업이 쉬움
 - 각 상태의 Enter와 Exit 메소드를 생성하고 그에 따라 에이전트의 ChangeState 메소드를 조정하는 일 뿐


```
//-----State_RunAway
class State_RunAway : public State
{
public:
    void Execute(Troll* troll)
    {
        if (troll->isSafe())    {
            troll->ChangeState(new
            State_Sleep());
        }
        else    {
            troll->MoveAwayFromEnemy();
        }
    }
};
```

```
//-----State_Sleep
class State_Sleep : public State
{
public:
    void Execute(Troll* troll)
    {
        if (troll->isThreatened())    {
            troll->ChangeState(new
            State_RunAway());
        }
        else    {
            troll->Snore();
        }
    }
};
```

West World 프로젝트

□ 구성

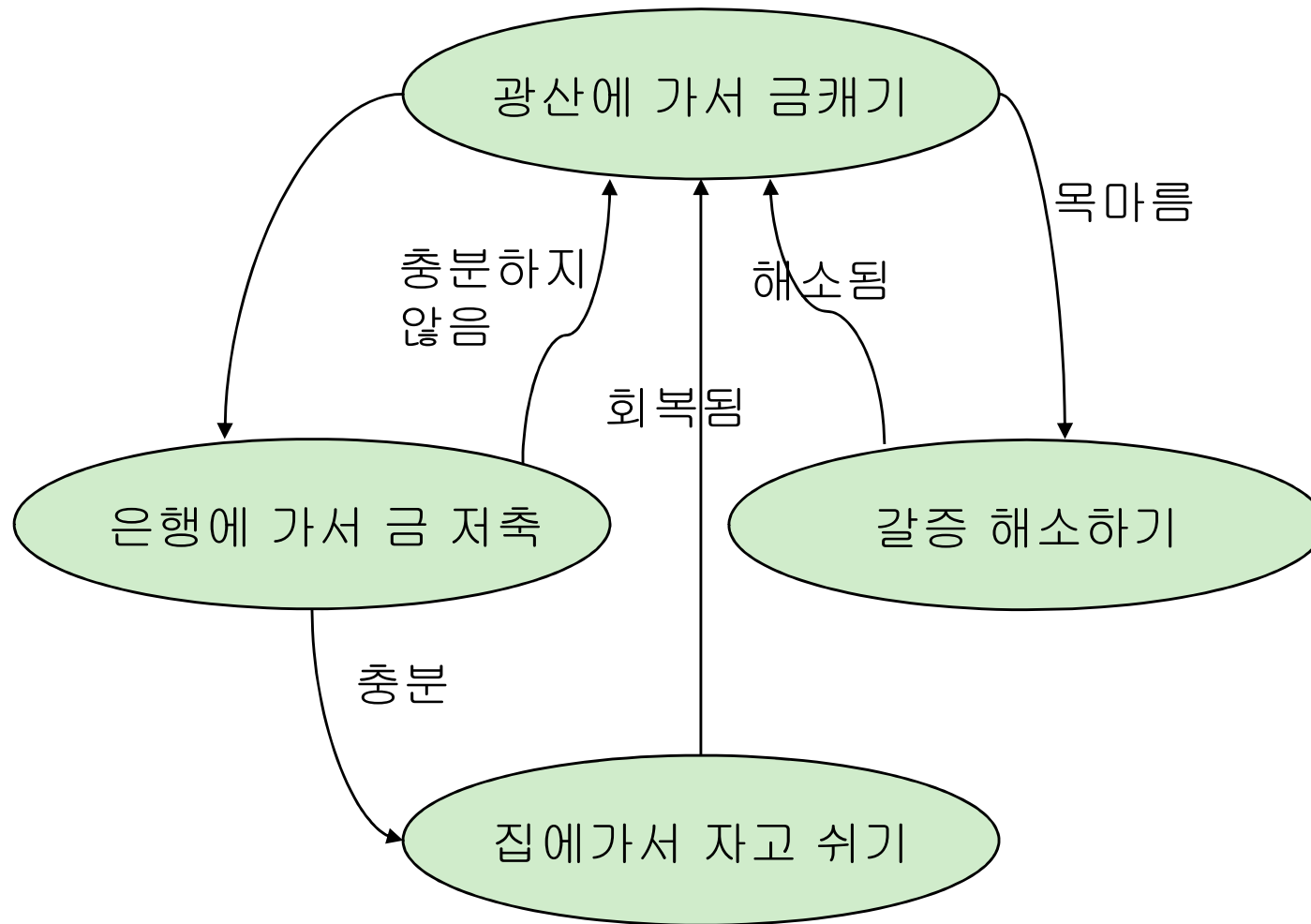
- 네 장소: 금광, 은행, 술집, 행복한 집
- 등장인물: Bob, Elsa
- 조건변수: 목마름, 피곤함, 금 갯수

□ BaseGameEntity class

- 모든 거주자들이 파생되는 기초 클래스
- 순수 가상 멤버 함수 Update() 명시
 - 갱신 단계에서 매번 호출됨

□ Miner class

- BaseGameEntity class에서 파생
- 건강, 피곤함, 위치 등의 속성 멤버
- State* m_pCurrentState;
- void ChangeState(State* new_state);
- void Update();



광부 Bob의 상태 전환 도표

상태 디자인 패턴 (State Design Pattern)

- 각각의 게임 에이전트 상태
 - 고유한 클래스로 구현됨
 - 각 에이전트는 현재 상태의 인스턴스를 가리키는 포인터를 가짐
 - 에이전트는 ChangeState 멤버 함수를 구현
 - 상태 전환 가능
 - 상태 전환 결정을 위한 논리는 state 클래스 내에 포함
 - 각 상태의 추가 method
 - Enter(), Exit() : Miner가 상태를 바꿀 때만 호출됨
 - 상태 진입이나 퇴장 시에만 한 번 실행되는 논리를 코딩

State

□ 유일 객체 : <http://c2.com/cgi/wiki?SingletonPattern>

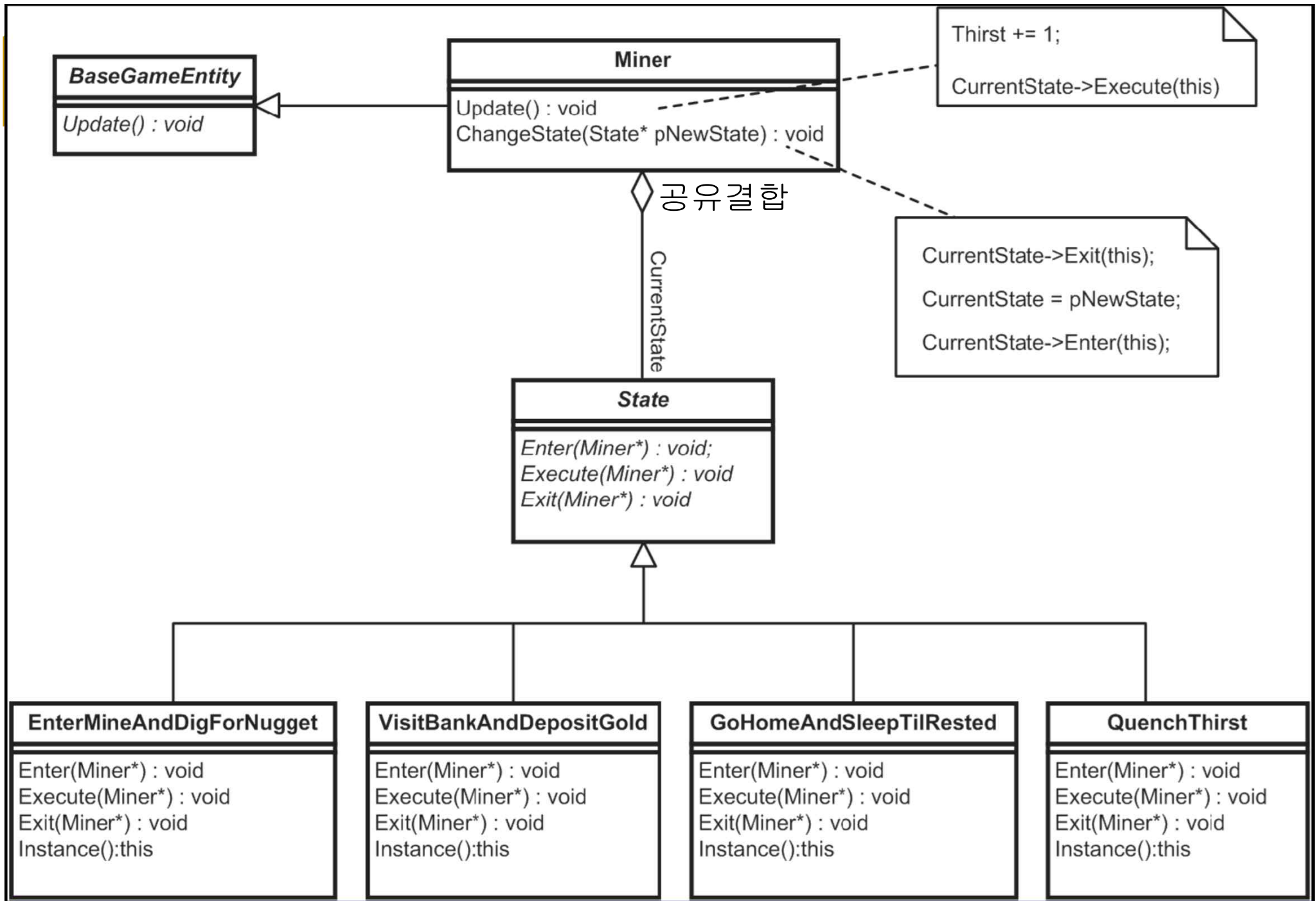
- 에이전트가 공유하는 각 상태의 인스턴스가 하나만 존재

```
class EnterMineAndDigForNugget : public State
{
    //this is a singleton
    static EnterMineAndDigForNugget* Instance();
    virtual void Enter(Miner* miner);
    virtual void Execute(Miner* miner);
    virtual void Exit(Miner* miner);
};
```

```
EnterMineAndDigForNugget*  
    EnterMineAndDigForNugget::Instance()  
{  
    static EnterMineAndDigForNugget instance;  
    return &instance;  
}
```

클래스 다이어그램

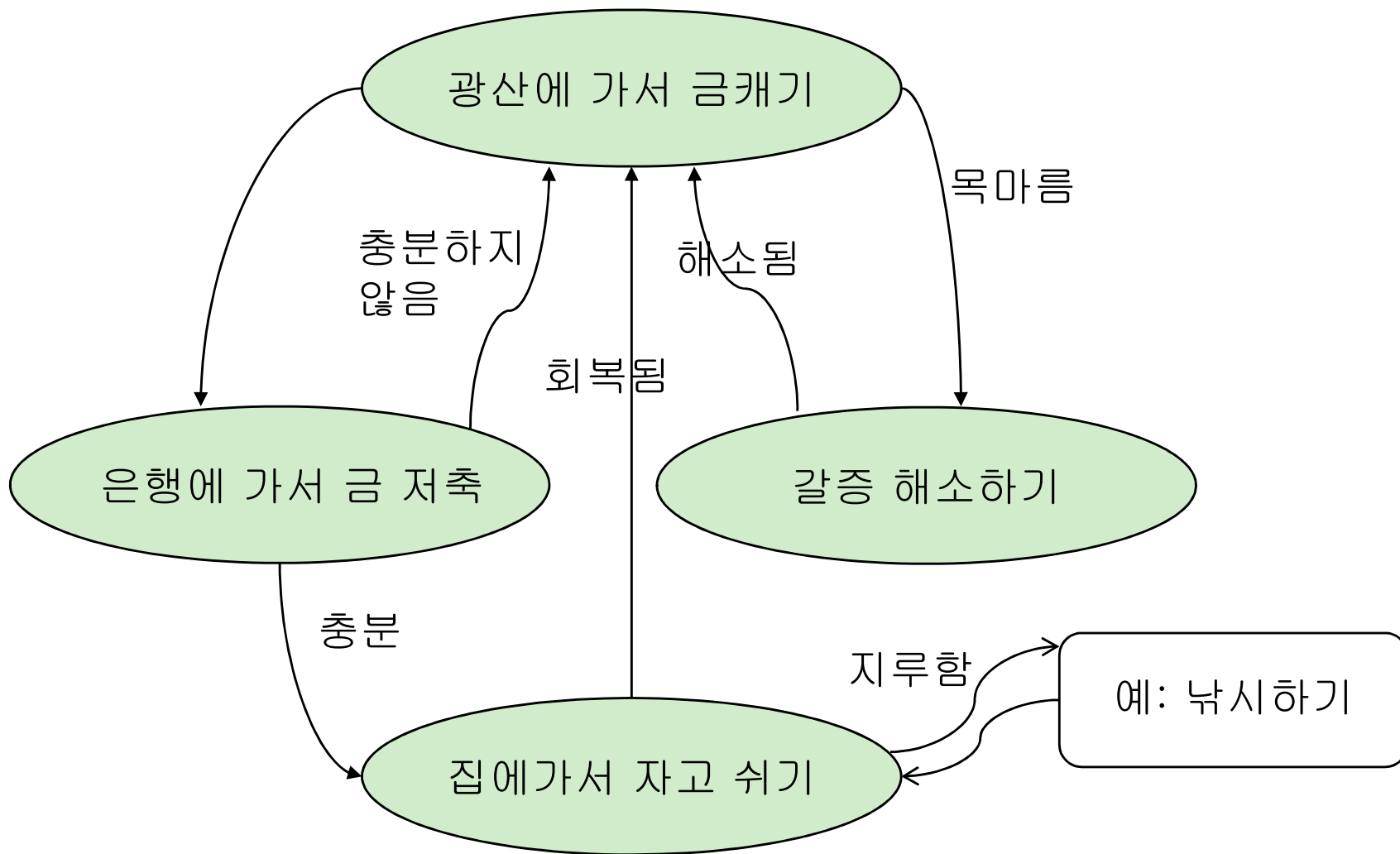
- 결합(association)
 - 클래스 인스턴스간의 연결을 나타냄
 - 실선으로 표시
- 집합(aggregation): 결합의 특수한 경우로 공유(shared)와 혼성(composite)
 - 공유(shared) 결합
 - 빈 다이아몬드로 표시
 - 부분이 전체에 공유될 때
 - 혼성(composite) 결합
 - 검은 다이아몬드로 표시
 - 부분이 전체에 의해 소유될 때



광부 Bob의 상태기계 구현을 위한 UML 클래스 도표

실습

□ Miner에 상태 추가 (특성 변수 추가)



상태 기본 클래스 재사용

```
class Miner;
class State {
public:
    virtual ~State(){}
    virtual void Enter(Miner*)=0;
    virtual void Execute(Miner*)=0;
    virtual void Exit(Miner*)=0;};
```

■ 각 캐릭터가 별개의 기본 State 클래스를 생성해야 함

```
class EnterMineAndDigForNugget
    : public State
{ ... };
```

```
template <class entity_type>
class State {
public:
    virtual ~State(){}
    virtual void Enter(entity_type*)=0;
    virtual void Execute(entity_type*)=0;
    virtual void Exit(entity_type*)=0;};
```

- 모든 캐릭터가 기본 State 클래스를 재사용

```
class EnterMineAndDigForNugget :
public State<Miner>
{ ... };
```

전역 상태 및 상태 블립

□ 전역 상태

- 어느 때라도 발생할 수 있는 상태
 - Miner::Update에 넣거나 모든 상태에 복사된 조건 논리를 추가하는 것은 안 좋은 방법

- FSM이 갱신될 때마다 호출되는 전역 상태를 생성

```
State<Miner>* m_pGlobalState;
```

□ 상태 블립(state blip)

- 어떤 상태에서 나갈 때, 이전 상태로 복귀한다는 조건하에 에이전트가 어떤 상태에 들어가는 경우의 행동

```
State<Miner>* m_pPreviousState;
```

```
void RevertToPreviousState()
```

```
{ChangeState(m_pPreviousState);}
```

상태기계 클래스 생성하기

- 상태와 연관된 모든 데이터와 메소드들을 하나의 상태기계 클래스로 캡슐화

```
template <class entity_type>
```

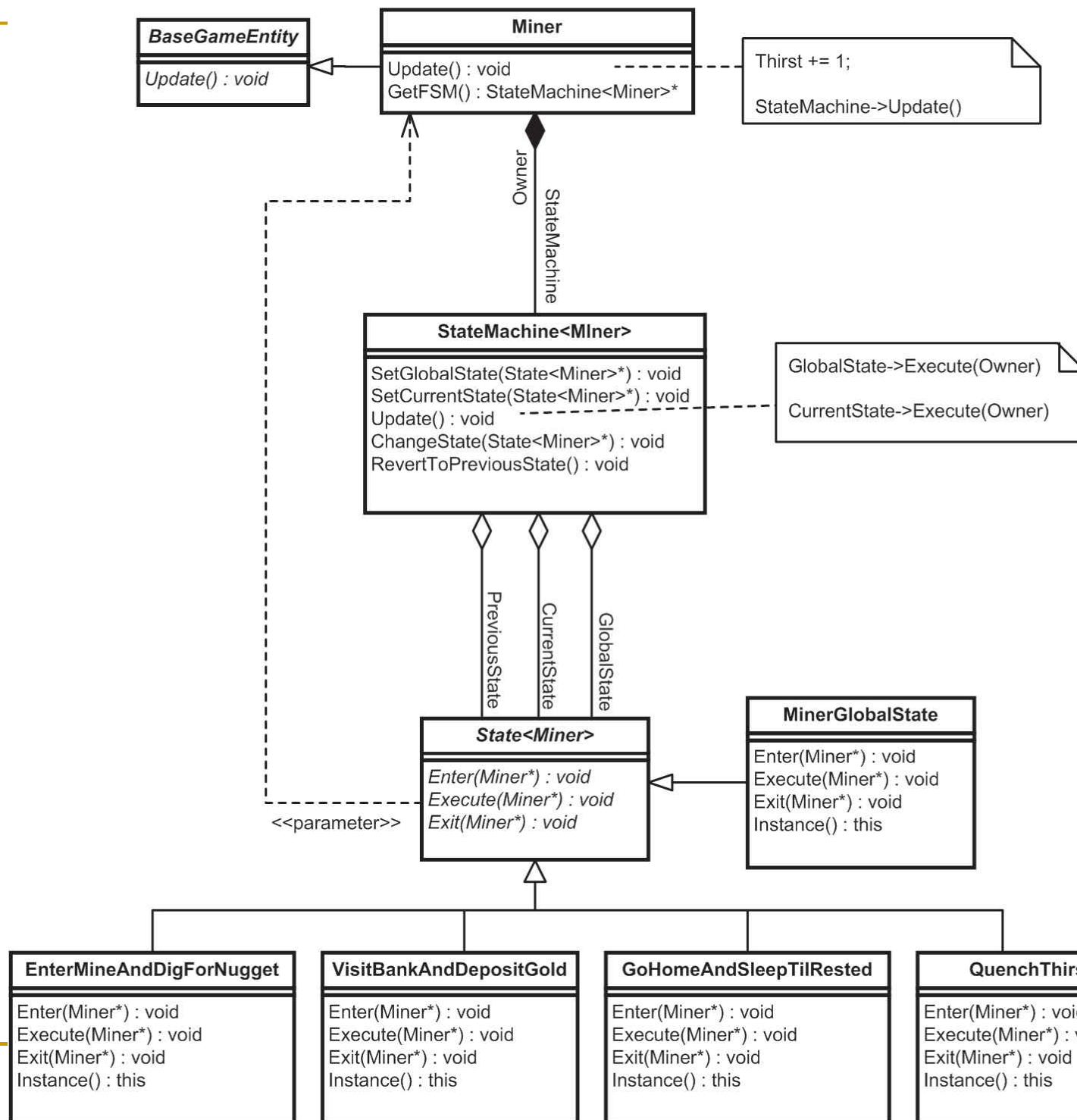
```
class StateMachine
```

```
{
```

```
    ...
```

```
}
```

- 에이전트는 StateMachine의 인스턴스를 소유하고 현재 상태, 전역 변수 및 이전상태의 관리를 위임

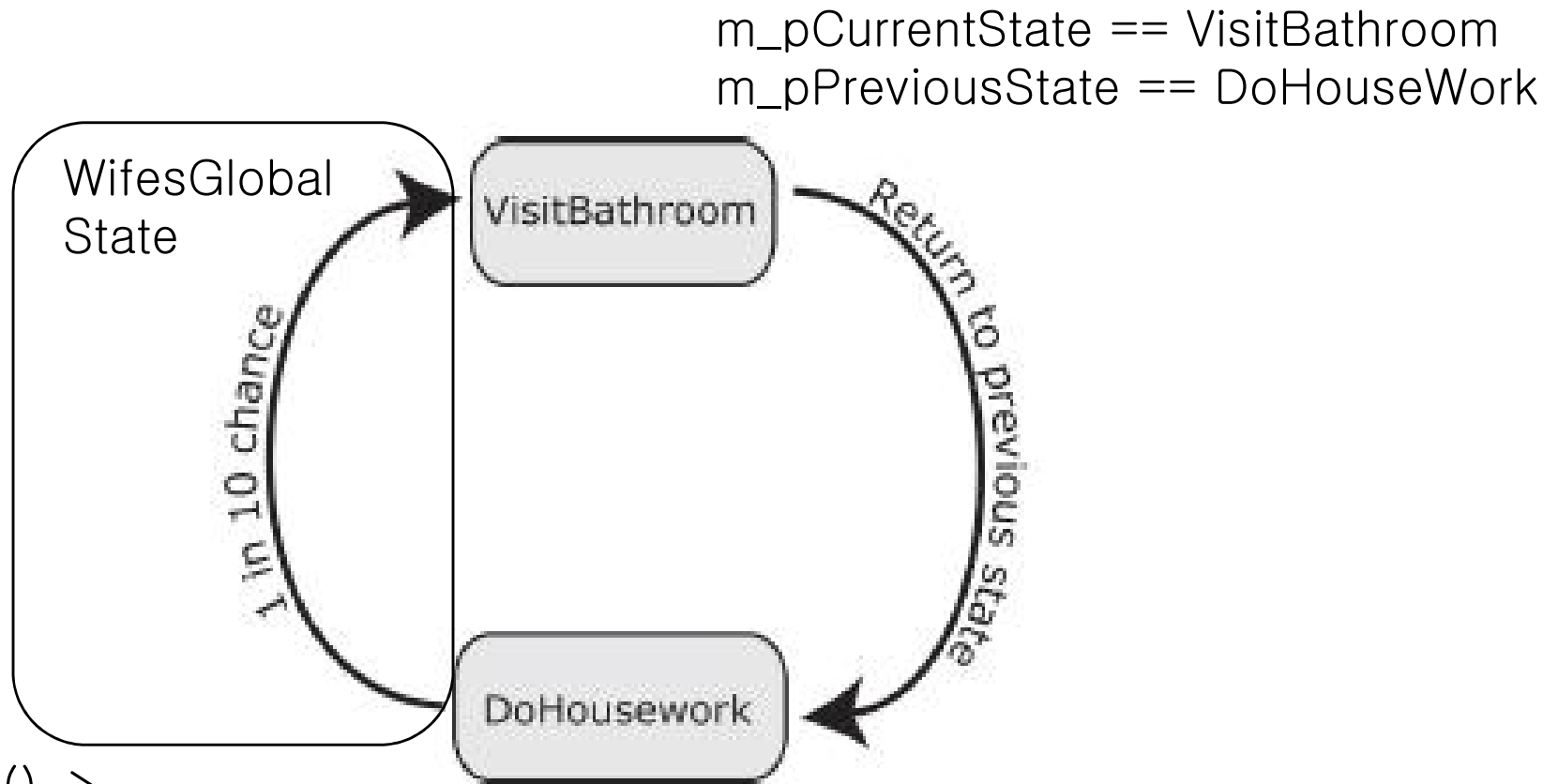


개선된 Miner 클래스

```
class Miner : public BaseGameEntity {
    StateMachine<Miner>* m_pStateMachine;
    Miner(int id):BaseGameEntity(id), m_Location(shack),... m_iFatigue(0)
    {
        m_pStateMachine = new StateMachine<Miner>(this);
        m_pStateMachine->SetCurrentState(GoHomeAndSleepTilRested::Instance());
    }
    StateMachine<Miner>* GetFSM() const {return m_pStateMachine;}
    void Miner::Update()
    {
        SetTextColor(FOREGROUND_RED | FOREGROUND_INTENSITY);
        m_iThirst += 1;
        m_pStateMachine->Update();
    }
};
```

WestWorldWithWoman

□ Elsa



```
wife->GetFSM()->  
ChangeState(VisitBathroom::Insta  
nce());
```

m_pCurrentState == DoHousework

실습

- 등장인물 추가
 - Bob, Elsa, ?
- 추가 등장인물의 상태들 추가
 - 보통 State와 GlobalState 모두 추가
- Bebe
 - 보통상태: Eat, Run
 - Global: Bark

FSM에 메시지 처리 기능 추가하기

- 이벤트 다루기(event handling)
 - 이벤트 메시지가 자신에게 뿌려질 때까지 단지 자기 업무만 하고 있으면 됨
 - 없으면, 게임세계에서 특별한 액션이 발생했는지를 알기 위해 끊임없이 조사해야 함

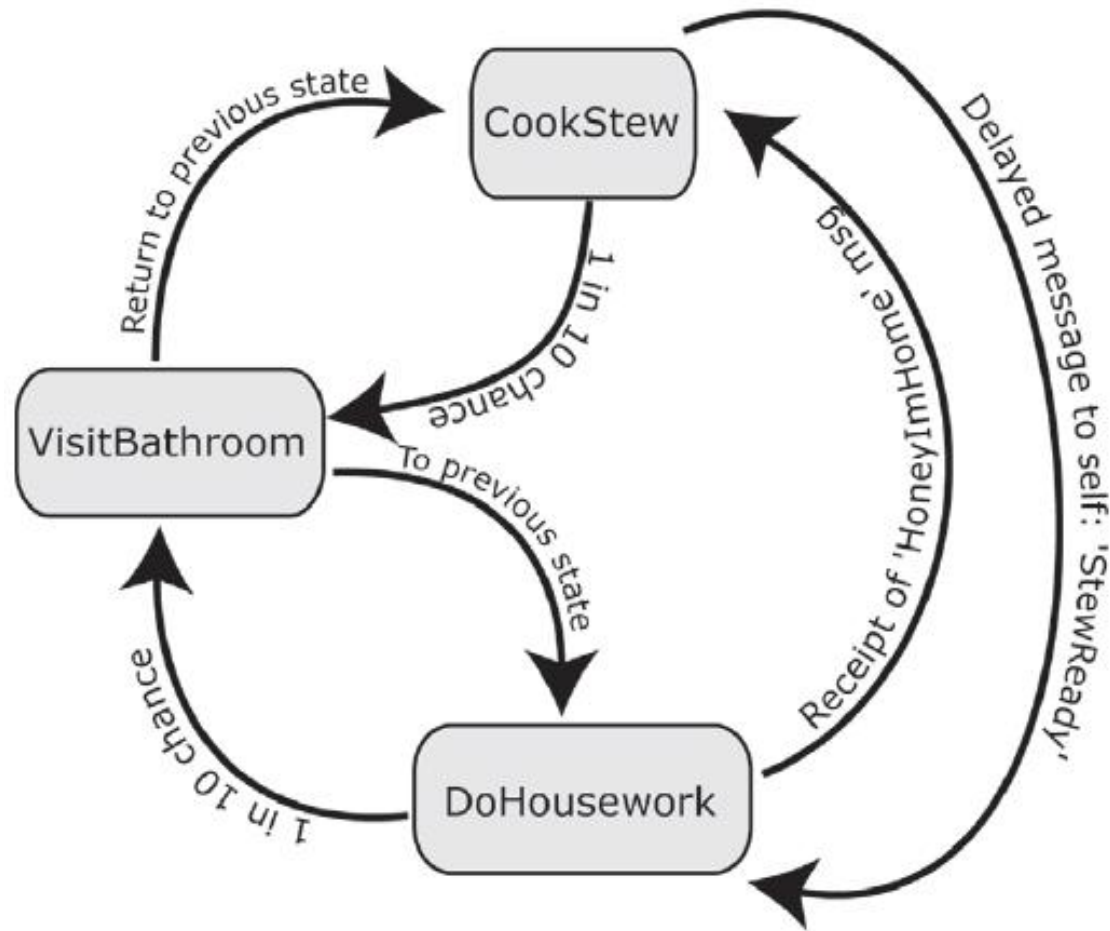
전보 구조

□ 메시지

- enumerated type: Msg_HiHoneyImHome, Msg_StewReady
- Telegram(전보) 구조

```
struct Telegram {  
    int      Sender;  
    int      Receiver;  
    int      Msg;  
    double   DispatchTime;  
    void*    ExtraInfo;  
};
```

광부 Bob과 Elsa의 통신



메시지 급송 및 관리

```
class EntityManager {  
private:  
    typedef std::map<int, BaseGameEntity*> EntityMap;  
    EntityMap m_EntityMap;  
public:  
    static EntityManager* Instance();  
    void RegisterEntity(BaseGameEntity* NewEntity);  
    BaseGameEntity* GetEntityFromID(int id) const;  
    void RemoveEntity(BaseGameEntity* pEntity);  
};
```

- ❑ MessageDispatcher가 참조하도록 제공되는 인스턴스화된 엔티티들로 구성된 일종의 데이터베이스

MessageDispatcher class

```
class MessageDispatcher {
private:
    std::set<Telegram> PriorityQ;
    void Discharge(BaseGameEntity* pReceiver, const Telegram& msg);
public:
    static MessageDispatcher* Instance();
    //send a message to another agent. Receiving agent is referenced by ID.
    void DispatchMessage(double delay,
                        int sender,
                        int receiver,
                        int msg,
                        void* ExtraInfo);
    //send out any delayed messages. This method is called each time through
    //the main game loop.
    void DispatchDelayedMessages();
};
```

```

void MessageDispatcher::DispatchMessage(double delay,
                                         int sender,
                                         int receiver,
                                         int msg,
                                         void* ExtraInfo)
{
    //get pointers to the sender and receiver
    BaseGameEntity* pSender = EntityMgr->GetEntityFromID(sender);
    BaseGameEntity* pReceiver = EntityMgr->GetEntityFromID(receiver);
    //create the telegram
    Telegram telegram(0, sender, receiver, msg, ExtraInfo);
    //if there is no delay, route telegram immediately
    if (delay <= 0.0f)
    {
        cout << "Wn\nInstant telegram dispatched at time: " << Clock->GetCurrentTime()
              << " by " << GetNameOfEntity(pSender->ID()) << " for "
        << GetNameOfEntity(pReceiver->ID())
              << ". Msg is " << MsgToStr(msg);
        //send the telegram to the recipient
        Discharge(pReceiver, telegram);
    }
}

```

```
//else calculate the time when the telegram should be dispatched
else
{
    double CurrentTime = Clock->GetCurrentTime();
    telegram.DispatchTime = CurrentTime + delay;
    //and put it in the queue
    PriorityQ.insert(telegram);
    cout << "WnDelayed telegram from " << GetNameOfEntity(pSender->ID())
    << " recorded at time "
        << Clock->GetCurrentTime() << " for " << GetNameOfEntity(pReceiver-
    >ID())
        << ". Msg is " << MsgToStr(msg);
}
}
```

```

void MessageDispatcher::DispatchDelayedMessages()
{
    double CurrentTime = Clock->GetCurrentTime();
    while( !PriorityQ.empty() &&
           (PriorityQ.begin()->DispatchTime < CurrentTime) &&
           (PriorityQ.begin()->DispatchTime > 0) )
    {
        const Telegram& telegram = *PriorityQ.begin();
        BaseGameEntity* pReceiver = EntityMgr->GetEntityFromID(telegram.Receiver);
        cout << "WnQueued telegram ready for dispatch: Sent to "
              << GetNameOfEntity(pReceiver->ID()) << ". Msg is "
        << MsgToStr(telegram.Msg);
        Discharge(pReceiver, telegram);
        PriorityQ.erase(PriorityQ.begin());
    }
}

```



```
void MessageDispatcher::Discharge(BaseGameEntity* pReceiver,  
                                   const Telegram& telegram)  
{  
    if (!pReceiver->HandleMessage(telegram))  
    {  
        //telegram could not be handled  
        cout << "Message not handled";  
    }  
}
```

메시지 처리하기

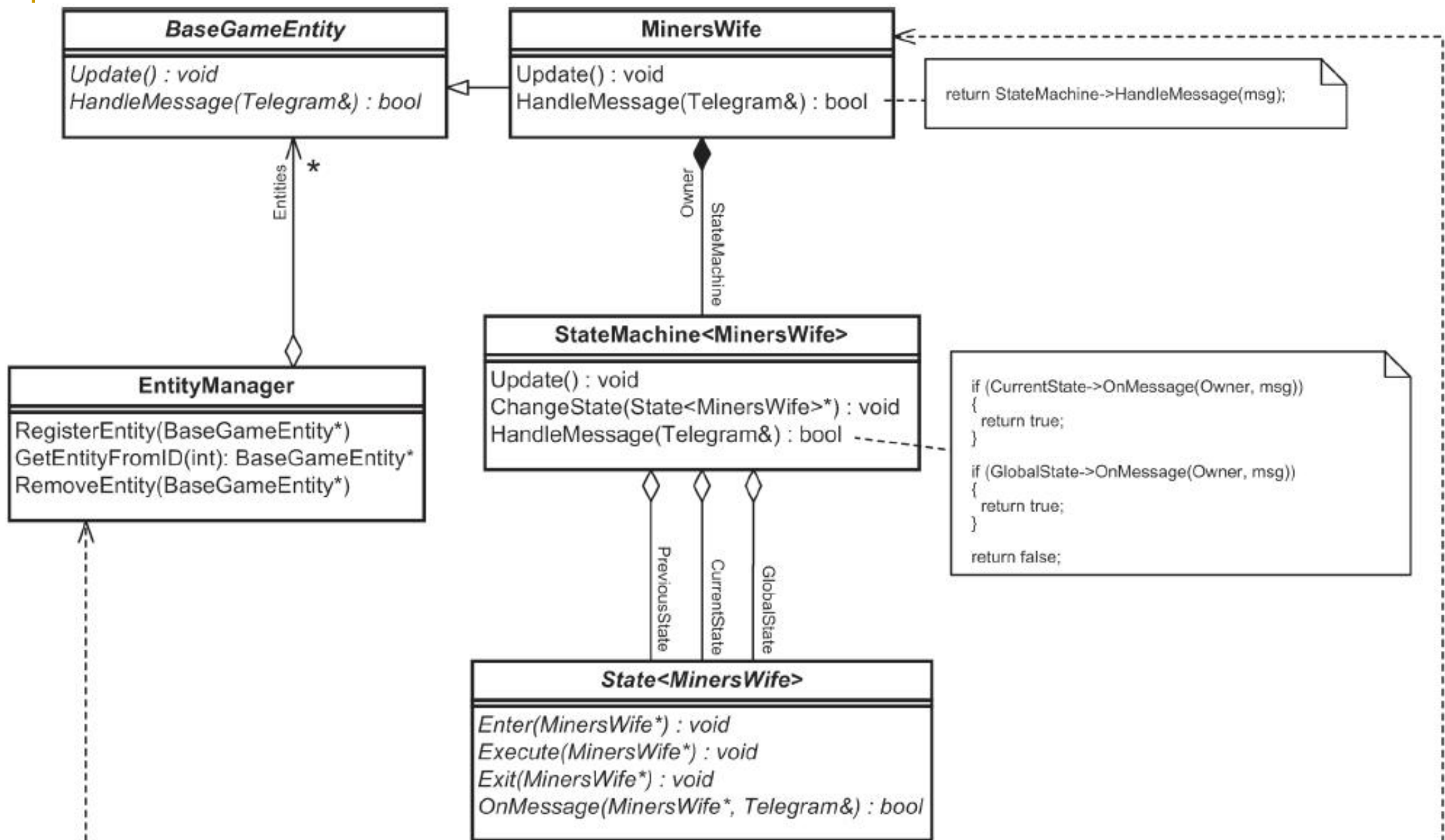
```
class BaseGameEntity
{
    int      m_ID;
    virtual void  Update()=0;
    //all entities can communicate using messages. They are sent
    //using the MessageDispatcher singleton class
    virtual bool  HandleMessage(const Telegram& msg)=0;
    int          ID()const{return m_ID;}
};

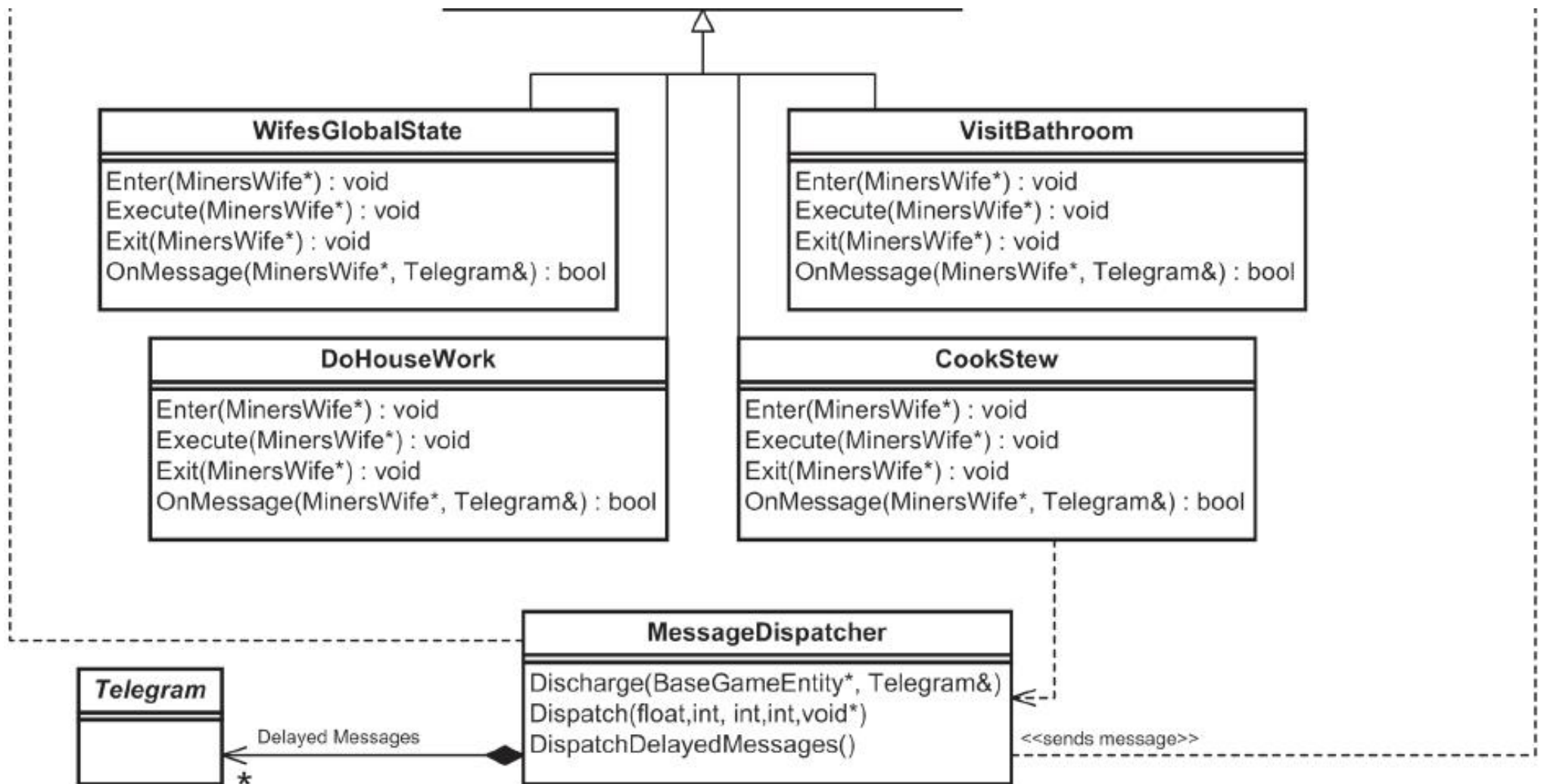
class State
{
public:
    virtual void Enter(entity_type*)=0;
    virtual void Execute(entity_type*)=0;
    virtual void Exit(entity_type*)=0;
    //this executes if the agent receives a message from the
    //message dispatcher
    virtual bool OnMessage(entity_type*, const Telegram&)=0;
};
```

```
bool StateMachine::HandleMessage(const Telegram& msg)const
{
    //first see if the current state is valid and that it can handle
    //the message
    if (m_pCurrentState && m_pCurrentState->OnMessage(m_pOwner, msg))
    {
        return true;
    }

    //if not, and if a global state has been implemented, send
    //the message to the global state
    if (m_pGlobalState && m_pGlobalState->OnMessage(m_pOwner, msg))
    {
        return true;
    }

    return false;
}
```





실습

□ WestWorldWithMessaging

- Bob과 Elsa 통신 분석
 - 메시지가 없어질 수 있는 상황 파악
- 메시지 추가
 - 보통 상태에서 처리되는 메시지
 - GlobalState에서 처리되는 메시지

과제

□ FSM With Messaging

- 새로운 시나리오 구현: 새로운 등장인물 3명
- Global 상태, 메시지 처리 포함
 - 등장인물 모두
 - 보통 State와 GlobalState , 메시지 처리 모두 구현
- 제출물
 - 상태도표 다이어그램(pptx)
 - 실행 캡처(학번, 성명 포함) 화면
 - 소스코드(학번, 성명 포함, debug 폴더와 .vs 폴더 삭제)