

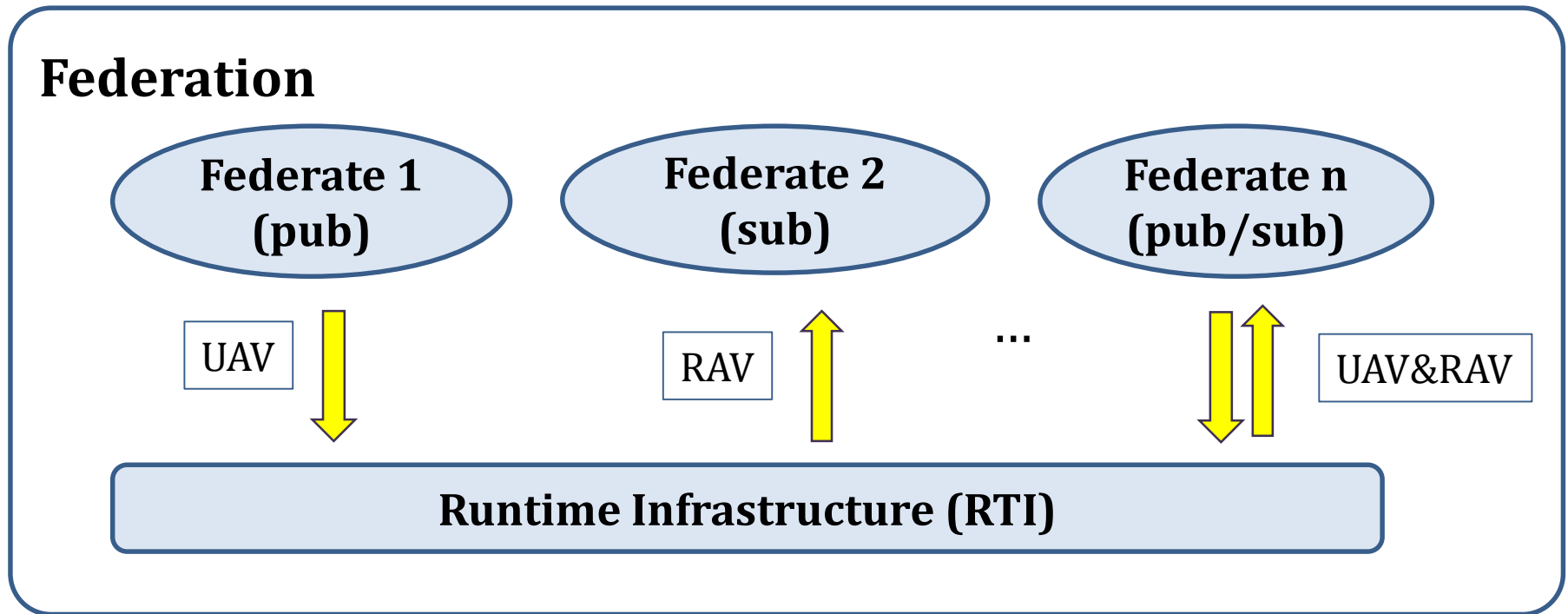
---

# 통신 미들웨어 HLA RTI\_2

---

컴퓨터 통신 실습  
홍석준

# HLA 통신미들웨어와 Interface(API)



- ❖ **UpdateAttributeValues(UAV)**로 RTI로 데이터 **Publish(전송)**
- ❖ **ReflectAttributeValues(RAV)**로 RTI로부터 데이터 **Subscribe(수신)**
- ❖ 또한, UAV와 RAV로 송수신하는 값은 **시뮬레이션 시간 값**을 포함할 수 있음

# HLA 통신미들웨어와 Interface(API) (예제코드)

```
void
Billard::sendUpdate(double x, double y, int color, const RTI::FedTime& UpdateTime,
                    RTI::ObjectHandle id)
{
    libhla::MessageBuffer buffer;
    RTI::AttributeHandleValuePairSet *attributeSet ;

    attributeSet = RTI::AttributeSetFactory::create(3);

    D.Out(pdTrace, "SendUpdate.");

    buffer.reset();
    buffer.write_double(x);
    buffer.updateReservedBytes();
    attributeSet->add(AttrXID, static_cast<char*>(buffer(0)),buffer.size());
    D.Out(pdDebug, "SendUpdate - AttrXID= %u, x= %f, size= %u, attribute size=%d",
          AttrXID, x, attributeSet->size(),buffer.size());

    buffer.reset();
    buffer.write_double(y);
    buffer.updateReservedBytes();
    attributeSet->add(AttrYID, static_cast<char*>(buffer(0)),buffer.size());
    D.Out(pdDebug, "SendUpdate - AttrYID= %u, y= %f, size= %u",
          AttrYID, y, buffer.size());

    buffer.reset();
    buffer.write_int32(color);
    buffer.updateReservedBytes();
    attributeSet->add(AttrColorID, static_cast<char*>(buffer(0)),buffer.size());

    D.Out(pdDebug, "SendUpdate - AttrColorID= %u, color= %f, size= %u",
          AttrColorID, color, buffer.size());

    try {
        if ( notimestamp )
        {
            rtiamb.updateAttributeValues(id, *attributeSet, "coucou");
        }
        else
        {
            rtiamb.updateAttributeValues(id, *attributeSet, UpdateTime, "coucou");
        }
    }
    catch (RTI::Exception& e) {
        std::cout<<"Exception " <<e._name<<" (" <<e._reason<<")"<<std::endl;
        D.Out(pdExcept, "**** Exception updating attribute values: %d" %e);
    }
}
```

UAV(시간값 포함O)

UAV(시간값 포함X)

# HLA 통신미들웨어와 Interface(API) (예제코드)

```
/** Callback : reflect attribute values with time
 */
void
Billard::reflectAttributeValues(
    RTI::ObjectHandle theObject,
    const RTI::AttributeHandleValuePairSet& theAttributes,
    const RTI::FedTime& /*theTime*/,
    const char /*theTag*/,
    RTI::EventRetractionHandle /*theHandle*/)
    throw (RTI::ObjectNotKnown,
            RTI::AttributeNotKnown,
            RTI::InvalidFederationTime,
            RTI::FederateInternalError)
{
    D.Out(pdTrace, "reflectAttributeValues with time");

    libhla::MessageBuffer buffer;
    float x1 = 0 ;
    float y1 = 0 ;

    RTI::ULong valueLength ;

    D.Out(pdDebug, "reflectAttributeValues - nb attributs= %d",
          theAttributes.size());

    for (unsigned int i=0 ; i<theAttributes.size(); i++) {
```

RAV(시간값 포함)

# HLA 통신미들웨어와 Interface(API) (예제코드)

```
Billard.cc (~/CERTI-3.5.1-Source/test/Billard) - gedit
Open ▾ [icon] Save

// -----
/** Callback : reflect attribute values without time
 */
void
Billard::reflectAttributeValues(
    RTI::ObjectHandle theObject,
    const RTI::AttributeHandleValuePairSet& theAttributes,
    const char /*theTag*/)
    throw (RTI::ObjectNotKnown,
            RTI::AttributeNotKnown,
            RTI::FederateInternalError)
{

    D.Out(pdTrace, "reflectAttributeValues without time");

    float x1 = 0 ;
    float y1 = 0 ;
    libhla::MessageBuffer buffer;

    RTI::ULong valueLength ;

    D.Out(pdDebug, "reflectAttributeValues - nb attributs= %d",
           theAttributes.size());
```

RAV(시간값 포함X)

C++ ▾ Tab Width: 8 ▾ Ln 920, Col 5 ▾ INS

## CERTI 오픈 소스 코드 수정 및 테스트

### ❑ CERTI 오픈 소스 코드 수정하기

- cd CERTI-3.5.1-Source/test/Billiard로 소스 폴더로 이동
- gedit Billard.cc 소스코드 편집기를 오픈 (아래 그림)
  - Billard::publishAndSubscribe()로 이동 및 아래와 같이 if문 추가

```
void
Billard::publishAndSubscribe()
{
    // Get all class and attributes handles
    getHandles();

    // Add PositionX et PositionY to the attribute set
    auto_ptr<RTI::AttributeHandleSet> attributes(RTI::AttributeHandleSetFactory::create(3));
    attributes->add(AttrXID);
    attributes->add(AttrYID);

    if (strcmp(federateName.c_str(), "1") != 0)
    {
        // Subscribe to Bille objects.
        Debug(D, pdDebug) << "subscribe: class " << BilleClassID << ", attributes "
            << AttrXID << " and " << AttrYID << "... " << endl ;
        rtiamb.subscribeObjectClassAttributes(BilleClassID, *attributes, RTI::RTI_TRUE);
        Debug(D, pdDebug) << "done." << endl ;
    }

    if (strcmp(federateName.c_str(), "2") != 0)
    {
        // Publish Boule Objects.
        attributes->add(AttrColorID);
        rtiamb.publishObjectClass(BouleClassID, *attributes);
    }

    // Publish and subscribe to Bing interactions
    rtiamb.subscribeInteractionClass(BingClassID, RTI::RTI_TRUE);
    rtiamb.publishInteractionClass(BingClassID);

    D.Out(pdInit, "Local Objects and Interactions published and subscribed.");
}
//
```


Federate name이 1이 아닌 경우에만 sub  
(즉, Federate name이 1인 경우 pub만 수행)

Federate name이 2이 아닌 경우에만 pub  
(즉, Federate name이 2인 경우 sub만 수행)

## CERTI 오픈 소스 코드 수정 및 테스트

### ❑ CERTI 오픈 소스 코드 수정하기

- cd CERTI-3.5.1-Source/test/Billiard로 소스 폴더로 이동
- gedit Billard.cc 소스코드 편집기를 오픈 (아래 그림)
  - Billard::declare()로 이동 및 아래와 같이 if문 추가

```
//  
-----  
/** create objects, regions, etc.  
 */  
void  
Billard::declare()  
{  
if (strcmp(federateName.c_str(), "2") != 0){  
    local.ID = registerBallInstance(federateName.c_str());  
    // test, quelle est la classe de l'objet cree  
    cout << "the class of the new created object is" <<  
    rtiamb.getObjectClass (local.ID) << endl ;  
}   
}
```

Federate name이 2이 아닌 경우에만  
registerBallInstance 수행  
(publish를 하지 않는 Federate의 경우에는  
registerBallInstance를 수행X)

## CERTI 오픈 소스 코드 수정 및 테스트

### ❑ CERTI 오픈 소스 코드 수정하기

- cd CERTI-3.5.1-Source/test/Billiard로 소스 폴더로 이동
- gedit Billard.cc 소스코드 편집기를 오픈 (아래 그림)
  - Billard::step()로 이동 및 아래와 같이 if문 추가

```
/** one simulation step advance)
 */
void
Billard::step()
{
    granted = false ;
```

```
    local.x += local.dx ;
    local.y += local.dy ;

    checkRegions();

    local.display();

    if (strcmp(federateName.c_str(), "2") != 0){
        sendUpdate(local.x, local.y, (int) local.color, next_step,
        local.ID);

        cout << "fed : " << federateName.c_str() << " sendUpdate " <<
        "local.x : " << local.x << " " << "local.y : " << local.y << endl;
    }

    sleep(1);

    D.Out(pdTrace, "End of step");
}
```

Federate name이 2이 아닌 경우에만  
sendUpdate 수행  
(publish를 하지 않는 Federate의 경우에는  
sendUpdate를 수행X)



## CERTI 오픈 소스 코드 실행 및 테스트하기

### ❑ CERTI 오픈 소스에서 make 및 make install로 소스 코드를 빌드함

- build폴더로 에서 make 명령어 및 make install 수행
  - make는 make install은 sudo 없이 아래 그림과 같이 실행
    - make는 정상 수행, make install은 중간에 권한 문제로 수행 중단됨(sudo권한으로 하면 수행되지만, 나중에 프로그램 실행이 안되서 우선그냥 놔둬)

```
wmlab@ubuntu: ~/CERTI-3.5.1-Source/build
cmake_uninstall.cmake      libHLA      xml
config.h                  libRTI
wmlab@ubuntu:~/CERTI-3.5.1-Source/build$ make
Scanning dependencies of target HLA
[ 0%] Building CXX object libHLA/CMakeFiles/HLA.dir/HLAbuffer.cc.o
[ 1%] Building C object libHLA/CMakeFiles/HLA.dir/sha1.c.o
[ 2%] Building CXX object libHLA/CMakeFiles/HLA.dir/MurmurHash2.cpp.o
[ 2%] Building CXX object libHLA/CMakeFiles/HLA.dir/MurmurHash3.cpp.o
[ 3%] Building C object libHLA/CMakeFiles/HLA.dir/PMurHash.c.o
...
-- Installing: /home/wmlab/certi/share/xml/ieee1516-2000
-- Installing: /home/wmlab/certi/share/xml/ieee1516-2000/1516_2-2000
-- Installing: /home/wmlab/certi/share/xml/ieee1516-2000/1516_2-2000/OMT-DIF.xml
-- Installing: /home/wmlab/certi/share/xml/ieee1516-2000/1516_2-2000/HLA.dtd
CMake Error at cmake_install.cmake:84 (file):
  file failed to open for writing (Permission denied):

    /home/wmlab/CERTI-3.5.1-Source/build/install_manifest.txt

Makefile:82: recipe for target 'install' failed
make: *** [install] Error 1
```

## CERTI 오픈 소스 코드 수정 및 테스트

### □ CERTI 환경 설정

- `sudo gedit /etc/bash.bashrc`로 편집기를 열고,
- 맨 아래 줄에 `export LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:~/certi/lib` 입력 (그림참고)
- 현재 창을 닫고 다시 하나를 열어서 `export`로 library의 path가 잘 잡혔는지 확인(이 후로는 새 창을 띄울때마다 수행필요X)



```
function command_not_found_handle {  
    # check because c-n-f could've been removed in the  
meantime  
    if [ -x /usr/lib/command-not-found ]; then  
        /usr/lib/command-not-found -- "$1"  
        return $?  
    elif [ -x /usr/share/command-not-found/command-not-  
found ]; then  
        /usr/share/command-not-found/command-not-found --  
"$1"  
        return $?  
    else  
        printf "%s: command not found\n" "$1" >&2  
        return 127  
    fi  
}  
fi  
  
export LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:~/certi/lib
```

## CERTI 오픈 소스 코드 실행 및 테스트하기

### ❑ CERTI 오픈 소스 빌드 파일 실행

- cd bin으로 bin폴더로 이동 후
- ./rtig로 certi의 rtig프로세스를 수행 (아래와 같이 수행되면 성공)

```
wmlab@ubuntu: ~/certi/bin
wmlab@ubuntu:~/certi/bin$ ls
billard          CertiProcessus_B          MsgBufferTests
billard-nogui    CertiTestFederate-HLA13   rtia
CertiCheckHostAndIP CertiTestFederate-IEEE1516_2000 rtig
CertiCheckXML    CertiTestFederate-IEEE1516_2010 RTIG.log
certi-config     hlaomtdif2cpp.py
CertiProcessus_A MessageBufferTests
wmlab@ubuntu:~/certi/bin$ ./rtig
CERTI RTIG 3.5.1 - Copyright 2002-2008 ONERA
This is free software ; see the source for copying conditions. There is NO
warranty ; not even for MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

CERTI RTIG up and running ...
```

## CERTI 오픈 소스 코드 실행 및 테스트하기

### ❑ CERTI 오픈 소스 빌드 파일 실행

- rtig는 실행되도록 그대로 두고
- 다른 커멘트 창을 새로 띄워서 cd certi/bin으로 들어가서 export 명령( 위 슬라이드 참조) 후 아래와 같이 billiard-nogui 프로그램을 수행
  - ./billiard-nogui -n 1 -fTest -FTest.fed -e
  - 아래 그림과 같이 대기하면서 ENTER를 누르라고 하면 “성공”

```
wmlab@ubuntu: ~/certi/bin
1 NetworkMessage::ANNOUNCE_SYNCHRONIZATION_POINT (MSG#13)
1 NetworkMessage::START_REGISTRATION_FOR_OBJECT_CLASS (MSG#89)

Number of Federate messages : 26
Number of RTIG messages : 6

RTIA: Received signal 13. Exiting peacefully.
TCP Socket(EmettreTCP) : Broken pipe
RTIA:: End execution.

wmlab@ubuntu:~/certi/bin$ ./billard-nogui -n 1 -fTest -FTest.fed -e
CERTI Billard 3.5.1
without TIMESTAMP. If you want TIMESTAMP remove -e option.
Display(400, 25, 500, 100)
Press ENTER to start execution...
█
```

## CERTI 오픈 소스 코드 실행 및 테스트하기

### ❑ CERTI 오픈 소스 빌드 파일 실행

- ENTER 키를 입력하지 말고 또 다른 창을 띄워서 새로운 billiard-nogui를 수행
  - 이번에는 -n 입력 후 숫자 2(federate 이름)를 입력하고 나머지는 동일
    - Federate를 추가하려면 새로운 창에서 숫자만 증가하고(예:3, 4,...) 동일하게 입력
  - 아래 그림과 같이 프로그램의 끝에 Synchronization....하고 대기하고 있으면 성공

```
wmlab@ubuntu: ~/certi/bin
declare -x XDG_SESSION_TYPE="x11"
declare -x XDG_VTNR="7"
declare -x XMODIFIERS="@im=ibus"
wmlab@ubuntu:~/certi/bin$ ls
billard                      CertiProcessus_B             MsgBufferTests
billard-nogui                CertiTestFederate-HLA13      rtia
CertiCheckHostAndIP          CertiTestFederate-IEEE1516_2000 rtig
CertiCheckXML                CertiTestFederate-IEEE1516_2010 RTIG.log
certi-config                 hlaomtdif2cpp.py            Test.fed
CertiProcessus_A             MessageBufferTests
wmlab@ubuntu:~/certi/bin$ ./billard-nogui -n 2 -fTest -FTest.fed -e
CERTI Billard 3.5.1
with TIMESTAMP. If you want without TIMESTAMP add -e option.
BILLARD Note : FederationExecutionAlreadyExists Reason is : Test. OK I ca
n join it
Display(400, 145, 500, 100)
Synchronization...
```

## CERTI 오픈 소스 코드 실행 및 테스트하기

### ❑ CERTI 오픈 소스 빌드 파일 실행

- 아래 그림과 같이 3개의 프로세스가 수행되고 있을때,
- 첫번째 federate에서 ENTER키를 입력하면 전체 프로그램이 연동되어 동작

```
wmlab@ubuntu: ~/certi/bin
(interactions
  (interaction "InteractionRoot" (id 1) best_effort receive
    (interaction "RTIprivate" (id 2) best_effort receive
    )
    (interaction "Bing" (id 3) reliable timestamp
      (sec_level "Public")
      (parameter "BoulNum" (id 1))
      (parameter "DX" (id 2))
      (parameter "DY" (id 3))
    )
  )
)

billard          CertiProcessus_B          MsgBufferTests
billard-nogui    CertiTestFederate-HLA13          rtia
CertiCheckHostAndIP CertiTestFederate-IEEE1516_2000          rtig
CertiCheckXML    CertiTestFederate-IEEE1516_2010          RTIG.log
certi-config     hlaomtdif2cpp.py          Test.fed
CertiProcessus_A MessageBufferTests

wmlab@ubuntu:~/certi/bin$ ./billard-nogui -n 2 -fTest -FTest.fed -e
CERTI Billard 3.5.1
with TIMESTAMP. If you want without TIMESTAMP add -e option.
BILLARD Note : FederationExecutionAlreadyExists Reason is : Test. OK I can j
oin it
Display(400, 145, 500, 100)
Synchronization...

wmlab@ubuntu:~/certi/bin
1 NetworkMessage::START_REGISTRATION_FOR_OBJECT_CLASS (MSG#89)

Number of Federate messages : 26
Number of RTIG messages : 6

RTIA: Received signal 13. Exiting peacefully.
TCP Socket(EmettreTCP) : Broken pipe
RTIA:: End execution.

wmlab@ubuntu:~/certi/bin$ ./billard-nogui -n 1 -fTest -FTest.fed -e
CERTI Billard 3.5.1
without TIMESTAMP. If you want TIMESTAMP remove -e option.
Display(400, 25, 500, 100)
Press ENTER to start execution...
```



## CERTI 오픈 소스 코드 실행 및 테스트하기

### ❑ CERTI 오픈 소스 빌드 파일 실행

- ENTER키를 입력 후 정상 동작된 모습(Federate가 2개인 경우)
- 각 프로세스는 Ctrl-C로 멈출 수 있음

Federate1

```
fed : 1 sendUpdate local.x : 25 local.y : 72
fed : 1 sendUpdate local.x : 28 local.y : 69
fed : 1 sendUpdate local.x : 31 local.y : 66
fed : 1 sendUpdate local.x : 34 local.y : 63
fed : 1 sendUpdate local.x : 37 local.y : 60
fed : 1 sendUpdate local.x : 40 local.y : 57
fed : 1 sendUpdate local.x : 43 local.y : 54
fed : 1 sendUpdate local.x : 46 local.y : 51
fed : 1 sendUpdate local.x : 49 local.y : 48
fed : 1 sendUpdate local.x : 52 local.y : 45
RTIA:: RTIA has thrown NetworkError exception.
RTIA:: Reason: Connection closed by client.

RTIA: Statistics (processed messages)
List of federate initiated services
```

Federate2

```
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :28, y :69
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :31, y :66
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :34, y :63
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :37, y :60
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :40, y :57
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :43, y :54
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :46, y :51
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :49, y :48
```

## CERTI 오픈 소스 코드 실행 및 테스트하기

### ❑ CERTI 오픈 소스 코드의 실행 분석

#### Federate1

```
Fed : 1 sendUpdate local.x : 25 local.y : 72  
fed : 1 sendUpdate local.x : 28 local.y : 69  
fed : 1 sendUpdate local.x : 31 local.y : 66  
fed : 1 sendUpdate local.x : 34 local.y : 63  
fed : 1 sendUpdate local.x : 37 local.y : 60  
fed : 1 sendUpdate local.x : 40 local.y : 57  
fed : 1 sendUpdate local.x : 43 local.y : 54  
fed : 1 sendUpdate local.x : 46 local.y : 51  
fed : 1 sendUpdate local.x : 49 local.y : 48  
fed : 1 sendUpdate local.x : 52 local.y : 45  
RTIA:: RTIA has thrown NetworkError exception.  
RTIA:: Reason: Connection closed by client.  
  
RTIA: Statistics (processed messages)  
List of federate initiated services
```



pub(송신) to Fed2

#### Federate2

```
reflectAttributeValues without time  
from fed:1 x :28, y :69  
reflectAttributeValues without time  
from fed:1 x :31, y :66  
reflectAttributeValues without time  
from fed:1 x :34, y :63  
reflectAttributeValues without time  
from fed:1 x :37, y :60  
reflectAttributeValues without time  
from fed:1 x :40, y :57  
reflectAttributeValues without time  
from fed:1 x :43, y :54  
reflectAttributeValues without time  
from fed:1 x :46, y :51  
reflectAttributeValues without time  
from fed:1 x :49, y :48
```



Sub(수신) from Fed1



## CERTI 오픈 소스 코드 실행 및 테스트하기

### ❑ CERTI 오픈 소스 빌드 파일 실행

- 동일한 방법으로 federate를 3개까지 실행한 모습(아래 그림)
  - 첫번째 federate에서 ENTER 키를 입력하지 않고 다른 federate를 여러 개 생성하고 ENTER키를 입력하면 여러 federate가 연동이 가능함

#### Fed1(Pub)

```
fed : 1 sendUpdate local.x : 70 local.y : 33
fed : 1 sendUpdate local.x : 67 local.y : 36
fed : 1 sendUpdate local.x : 64 local.y : 39
fed : 1 sendUpdate local.x : 61 local.y : 42
fed : 1 sendUpdate local.x : 58 local.y : 45
fed : 1 sendUpdate local.x : 55 local.y : 48
fed : 1 sendUpdate local.x : 52 local.y : 51
fed : 1 sendUpdate local.x : 49 local.y : 54
fed : 1 sendUpdate local.x : 46 local.y : 57
fed : 1 sendUpdate local.x : 43 local.y : 60
fed : 1 sendUpdate local.x : 40 local.y : 63
fed : 1 sendUpdate local.x : 37 local.y : 66
```

#### Fed2(Sub)

```
Collision between Data 407 and 427
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :46, y :57
reflectAttributeValues without time
from fed:3 x :166, y :85
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :43, y :60
reflectAttributeValues without time
from fed:3 x :163, y :82
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :40, y :63
reflectAttributeValues without time
from fed:3 x :160, y :79
reflectAttributeValues without time
```

#### Fed3(Pub/Sub)

```
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :46, y :57
fed : 3 sendUpdate local.x : 163 local.y : 82
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :43, y :60
fed : 3 sendUpdate local.x : 160 local.y : 79
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :40, y :63
fed : 3 sendUpdate local.x : 157 local.y : 76
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :37, y :66
fed : 3 sendUpdate local.x : 154 local.y : 73
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :34, y :69
fed : 3 sendUpdate local.x : 151 local.y : 70
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :31, y :72
fed : 3 sendUpdate local.x : 148 local.y : 67
reflectAttributeValues without time
from fed:1 x :28, y :75
fed : 3 sendUpdate local.x : 145 local.y : 64
RTIA:: RTIA has thrown NetworkError exception.
RTIA:: Reason: Connection closed by client.
```

---

*Thank you for your attention !!*

---