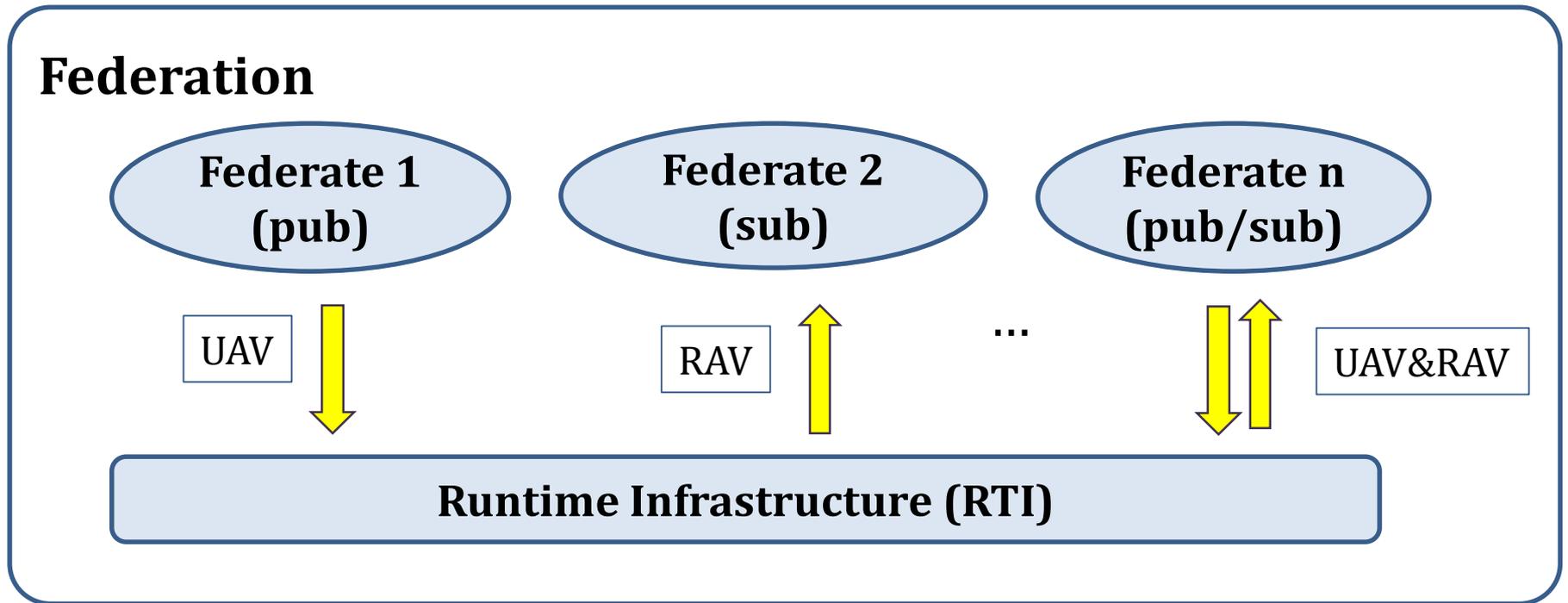

통신 미들웨어 HLA RTI_2

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 값을 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.bashrc로 편집기를 열고,
- 맨 아래 줄에 export LD_LIBRARY_PATH=\$LD_LIBRARY_PATH:~/certi/lib 입력 (그림참고)
- 현재 창을 닫고 다시 하나를 열어서 export로 library의 path가 잘 잡혔는지 확인(이 후로는 새 창을 띄울때마다 수행필요X)



```
bash.bashrc [Read-Only] (/etc) - gedit
Open Save

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
}

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(EmetteTCP) : 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 join 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 !!
