



# DSP Lab. Week 5

## Complex

Kyuheon Kim

Media Lab. Rm567

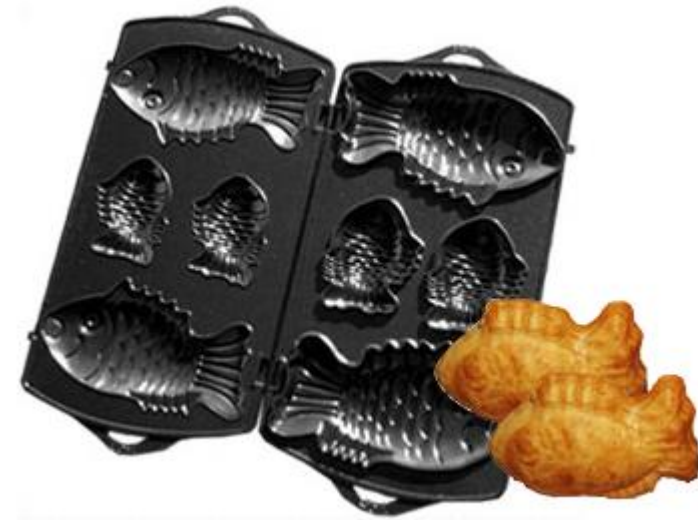
[leeih10@khu.ac.kr](mailto:leeih10@khu.ac.kr)

Last update : September 2, 2019

# Class and Object

Class : type, no memory  
Object : instance, memory

빵틀  
빵



Ex)	Class	objects
	int	i, j;
	float	x, y;
	test	young, hun;



# OOP, Object-Oriented Programming

- ❖ 객체지향적 프로그래밍
- ❖ C++, Smalltalk, Object Pascal, Java
- ❖ C++의 4대 특성
  - 캡슐화 (Encapsulation)
  - 추상화 (Abstraction)
  - 상속 (Inheritance)
  - 다형성 (Polymorphism)
- ❖ 예) 학교에 관계있는 사람 : 교수, 학생

# Encapsulation

자료와 함수를 단일 객체로서 캡슐화 (member functions and member data)

```
class Employ{                                // 클래스 직원
    // Data members                          // 자료 요소들
    char Name[61], Phone[9];                // char 이름[61], 전화번호[9];
    int Salary, Dependents;                 // int 월급, 부양자수;
    // member functions                     // 멤버 함수들
    void DialPhone();                       // void 전화거시요();
    void PrintPayCheck(float HoursWorked);  // void 월급봉투를_찍으시요(일한_시간);
}
Employ Frank,Bob,Judy,Sales[10];           // 직원 *우득만,최가현,영업부[10],
Frank.PrintPayCheck(40);                   // 우득만->전화를거시요();
```

- 클래스(class)는 단 하나의 실체(instance)로 존재, 메모리 할당을 요구하지 않음.
- 객체(object)는 클래스의 실체로서 int, char, float 등과 같은 data type으로 취급되며 메모리 할당이 필요하다.
- 하드웨어에 대한 종속성을 숨길 수 있다.



## Abstraction (Operator overloading)

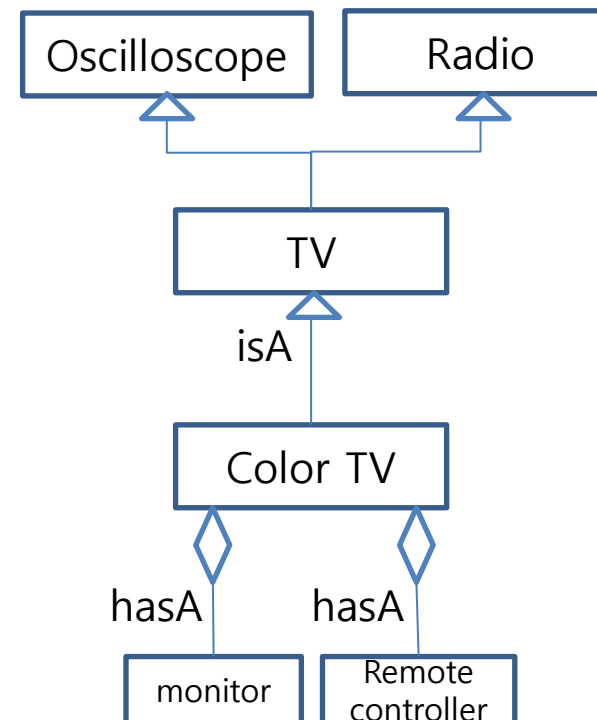
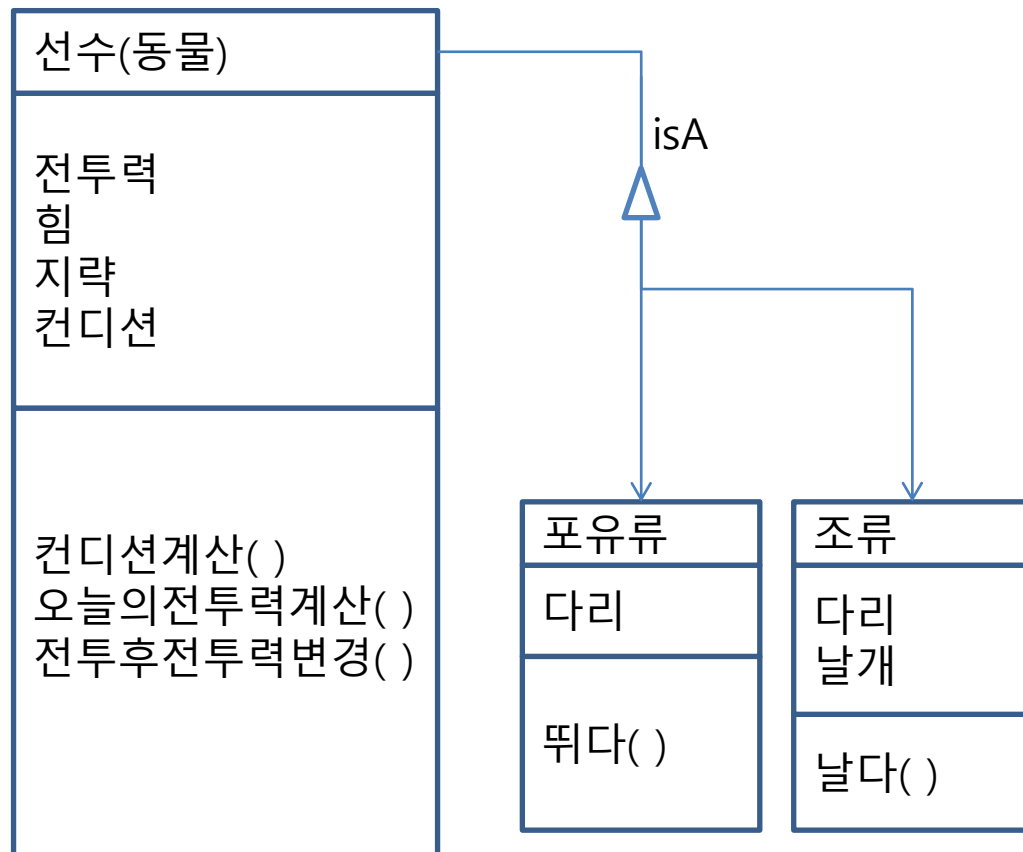
표준연산자(+, -, \*, /, <<, >> 등등)들이 적용될 때 기대되는 행동양식을 클래스마다 정의할 수 있다. 예를 들어 우리가 스트링 Str이라는 클래스를 사용한다고 하자.

```
Str string1;  
Str string2 = "Test";  
Str string3 = " of Strings";  
string1 = string2 + string3;
```

우리는 string1이 "Test of Strings"가 되기를 기대한다. C++에서는 이렇게 되도록 할 수 있다. Str이라는 클래스를 지정할 때 Str이라는 클래스에 대해서는 +라는 연산자가 위와 같은 기능을 하도록 프로그램한다.

# Inheritance and containment

상속 isA : member data, member function  
포함 hasA





# Polymorphism

여러 개의 함수가 하나의 이름으로

```
class test
```

```
{
```

```
    int age;
```

```
    float weight;
```

```
    void Print(int);
```

```
    void Print(float);
```

```
};
```

```
void test::Print(int i){    cout << "You are " << i << " years old.\n"; }
```

```
void test::Print(float x){ cout << "Your weight is " << x << " kg.\n"; }
```

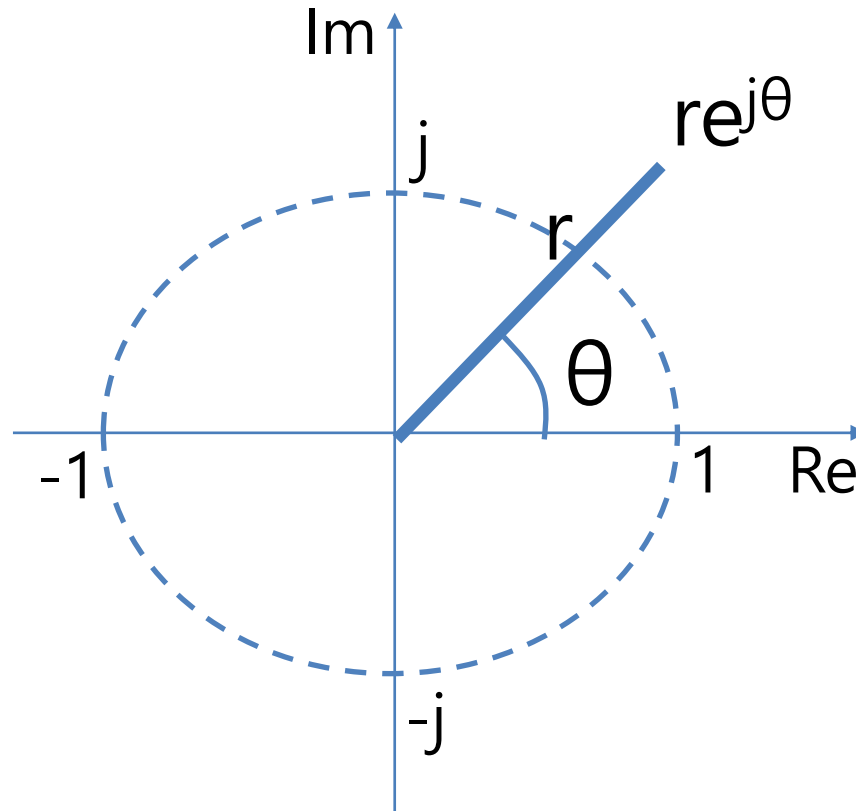
```
test young,hun;
```

```
young.print(18);
```

```
Hun.print(55.5);
```



# Complex number, $re^{j\theta}$



$$\begin{aligned} re^{j\theta} &= r\cos\theta + jrsin\theta \\ &= r(\cos\theta + jsin\theta) \end{aligned}$$

where  $j = \sqrt{-1}$  and  $e=2.71828\cdots$



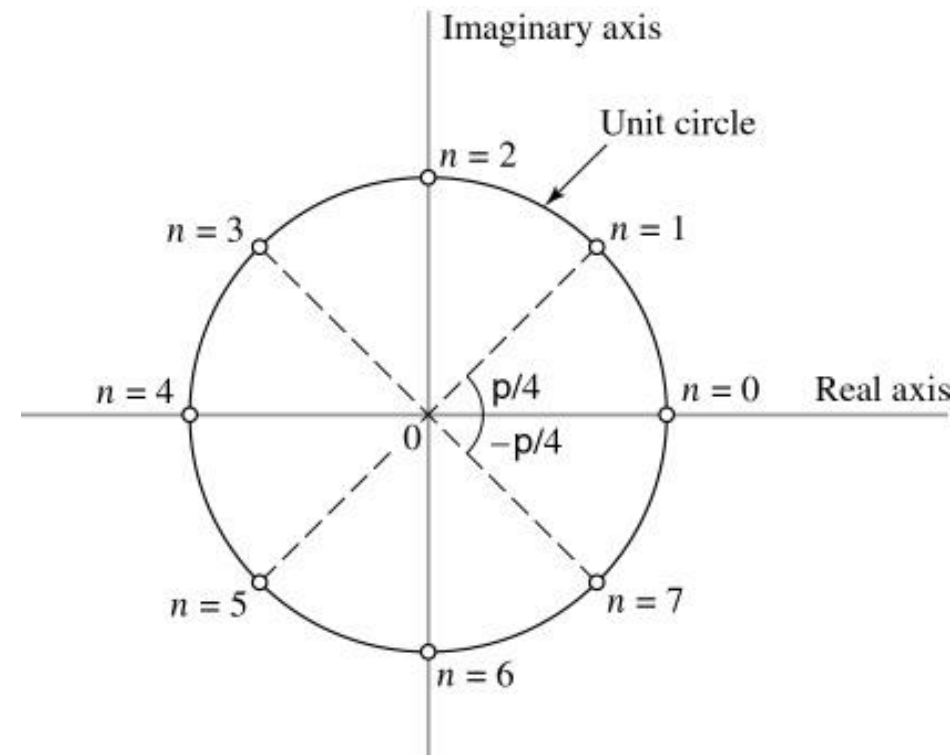


# Complex Exponential signal

$$e^{j\theta} = \cos \theta + j \sin \theta$$
$$e^{-j\theta} = \cos \theta - j \sin \theta$$

$$\cos \theta = \frac{e^{j\theta} + e^{-j\theta}}{2}$$
$$\sin \theta = \frac{e^{j\theta} - e^{-j\theta}}{2j}$$

$$A \sin(\Omega n + \varphi) = \text{Im}\{B e^{j\Omega n}\},$$
$$A \cos(\Omega n + \varphi) = \text{Re}\{B e^{j\Omega n}\}$$
$$\Rightarrow \Omega = \frac{2\pi}{8}$$
$$\varphi = 0$$





# Complex in C++

In main( )

```
#include "complex.h"
```

```
... ..
```

```
    complex x[4];
```

```
    x[0] = complex(45,20);  x[1] = complex(-10,25);
```

```
        x[2] = x[0] + x[1];
```

```
.....
```

In complex.h

```
class complex{
```

```
public:
```

```
    double re,im;
```

```
    complex(){ re = im = 0; };
```

```
    complex(double x,double y){ re = x; im = y; };
```

```
    complex operator+(const complex&);
```

```
..... ..
```

In complex.cpp

```
complex complex::operator+(const complex& y){
```

```
    complex c;
```

```
    c.re = re + y.re;
```

```
    c.im = im + y.im;
```

```
    return c;
```

```
}
```



## Week 5 assignment

1. 다음 방정식을 손으로 풀어라

$$2x + 3y = 1$$

$$3x - 3y = 9$$

2. 다음 방정식을 Program으로 풀어라

$$(2 + j)x + (3 - 2j)y = 2 + 4j$$

$$3x - (3 - 5j)y = 1 + j$$

(HINT)

$$\begin{array}{l} ax + by = e \\ cx + dy = f \end{array} \Rightarrow x = \frac{ed - fb}{ad - bc}, y = \frac{af - ce}{ad - bc}$$



## Week 5 assignment

3. 다음 복소수 벡터가 orthonormal함을 증명하라 ( $m=0, \dots, N-1$ ) ( $N=8$ )

$$\vec{v}_m = \{v_{mi} : v_{mi} = \frac{e^{\frac{j2\pi mi}{N}}}{\sqrt{N}}, \text{ for } i = 0, \dots, N-1\}$$

$$\vec{v}_m \cdot \vec{v}_n = \sum_{i=0}^{N-1} v_{mi} v_{ni}^* = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} e^{\frac{j2\pi(m-n)i}{N}} = \delta[m-n]$$

4. 다음 2차방적식을 풀어라

$$3x^2 + 2x + 7 = 0$$

HINT : 판별식이 양수, 음수일 때 나누어 처리



# Week 5 assignment

“KLAS에 제출할 때 다음 사항을 꼭 지켜주세요”

1. 파일명 : “Lab00\_요일\_대표자이름.zip”

Ex) Lab01\_목\_홍길동.zip (압축 톨은 자유롭게 사용)

2. 제출 파일 (보고서와 프로그램을 압축해서 제출)

- 보고서 파일 (hwp, word): 이름, 학번, 목적, 변수, 알고리즘(순서), 결과 분석, 느낀 점
- 프로그램

## DSP 실험 보고서

과제 번호	Lab01	제출일	2019.09.02
학번/이름	20xxxxxxx 홍길동 20xxxxxxx 푸리에		

1. 목적	
2. 변수	
3. 알고리즘	
4. 결과분석	
5. 느낀 점	

