Introduzione alla libreria di classi BioLab

Raffaele Cappelli
raffaele.cappelli@unibo.it

Contenuti

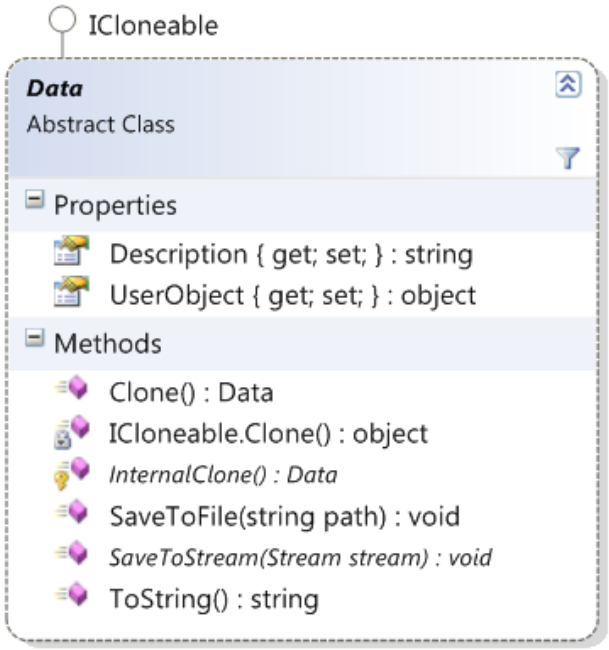
- Introduzione
- Dati
  - Classe Data
  - Immagini
- Algoritmi
  - Interfaccia IAlgorithm
  - Attributi, eventi ed eccezioni
  - Esempi
- Anteprima ed esecuzione di algoritmi
  - Classe AlgorithmPreviewForm
- Visualizzazione dei dati
  - Classe DataViewer e sue derivate
- Il programma PRLab

Introduzione

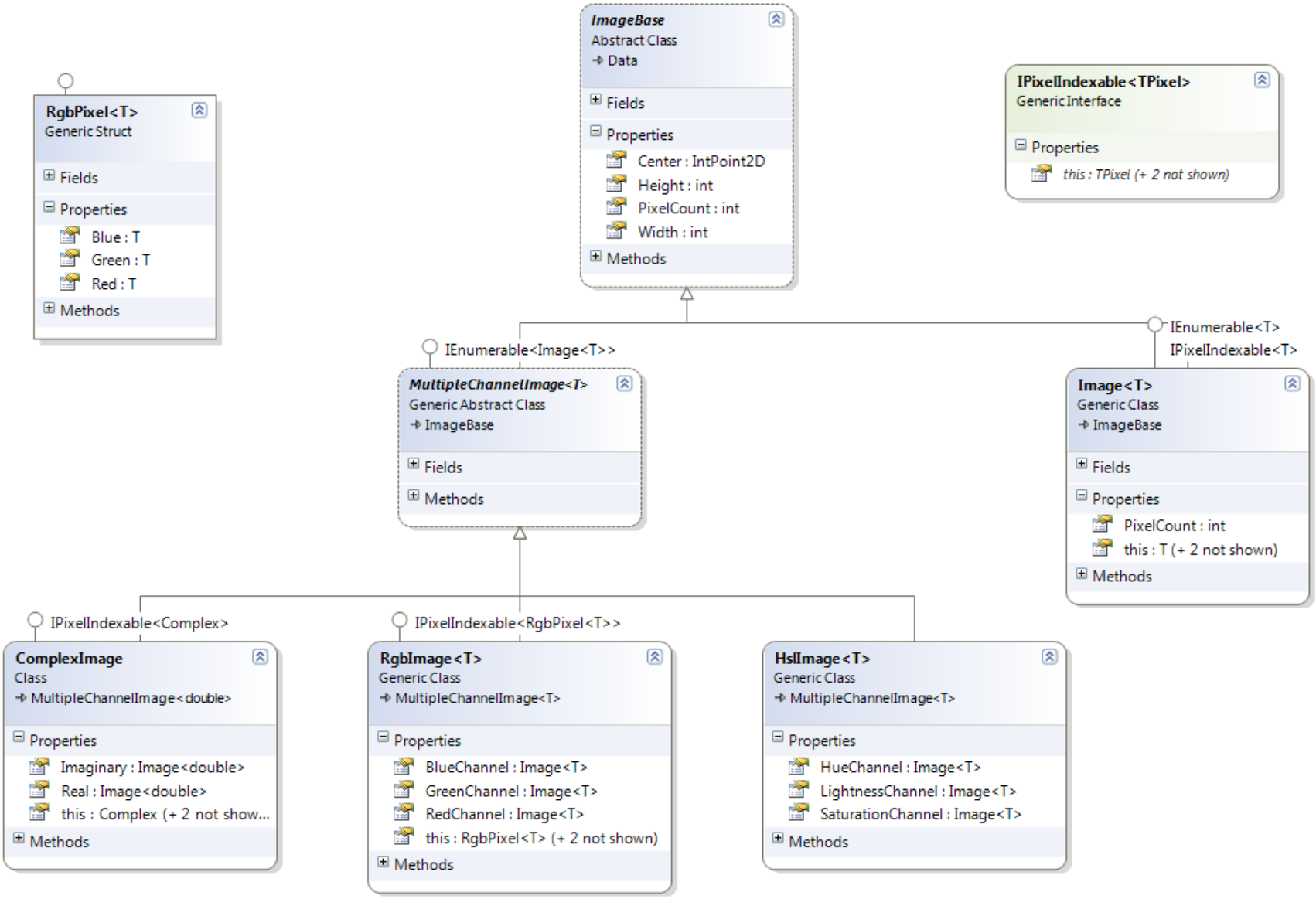
- Libreria BioLab
  - Insieme di classi per elaborazione di immagini, classificazione e riconoscimento di forme
  - Classi sviluppate principalmente per la didattica
    - Semplifica lo sviluppo di algoritmi di elaborazione immagini e patern recognition
  - È utilizzata con successo anche per scopi di ricerca
    - Sviluppo rapido di nuovi algoritmi e prototipi software
  - Sviluppata in C# (Framework .Net v3.5)
- Libreria BioLab.Biometrics
  - Contiene dati, visualizzatori e algoritmi per applicazioni di riconoscimento biometrico (impronte digitali, volto)
  - Utilizzata nel corso «Sistemi Biometrici» della laurea magistrale

Classe Data (BioLab.Common.Data)

- I principali dati su cui la libreria opera sono classi derivate da questa classe astratta
  - Implementa ICloneable.
  - Contiene metodi per salvare su file o stream.
  - Contiene una proprietà (Description) per aggiungere una descrizione testuale del contenuto e una (UserObject) per associare un eventuale riferimento a un altro oggetto.
- Le classi derivate devono:
  - Implementare i metodi astratti *SaveToStream* (salvataggio dei contenuto su uno stream) e *InternalClone* (duplicazione del contenuto).
  - Fornire metodi statici per il caricamento da stream (LoadFromStream) e da file (LoadFromFile).



Immagini


RgbPixel<T>
Generic Struct
Fields
Properties
Blue : T
Green : T
Red : T
Methods
ImageBase
Abstract Class
Data
Fields
Properties
Center : IntPoint2D
Height : int
PixelCount : int
Width : int
Methods
IPixelIndexable<TPixel>
Generic Interface
Properties
this : TPixel (+ 2 not shown)
IEnumerable<Image<T>>
IEnumerable<T>
IPixelIndexable<T>
MultipleChannelImage<T>
Generic Abstract Class
ImageBase
Fields
Methods
Image<T>
Generic Class
ImageBase
Fields
Properties
PixelCount : int
this : T (+ 2 not shown)
Methods
IPixelIndexable<Complex>
IPixelIndexable<RgbPixel<T>>
ComplexImage
Class
MultipleChannelImage<double>
Properties
Imaginary : Image<double>
Real : Image<double>
this : Complex (+ 2 not show...
Methods
RgbImage<T>
Generic Class
MultipleChannelImage<T>
Properties
BlueChannel : Image<T>
GreenChannel : Image<T>
RedChannel : Image<T>
this : RgbPixel<T> (+ 2 not shown)
Methods
HslImage<T>
Generic Class
MultipleChannelImage<T>
Properties
HueChannel : Image<T>
LightnessChannel : Image<T>
SaturationChannel : Image<T>
Methods

Immagini a livelli di grigio – Esempi

```
// Creazione di una nuova immagine con dimensioni 200x100
var img1 = new Image<byte>(200, 100);

// Duplicazione di un'immagine
var img2 = img1.Clone();

// Proprietà Width ed Height
MessageBox.Show(String.Format("Dimensioni: {0}x{1}", img1.Width, img1.Height));

// Accesso a un pixel mediante indice lineare
img1[200] = 3;

// Accesso a un pixel mediante coordinate [y,x]
img1[10, 20] = 30;

// E' anche possibile scorrere (in lettura) tutti i pixel utilizzando foreach
double avg = 0;
foreach (byte pixel in img1)
    avg += pixel;
avg /= img1.PixelCount;
```

Immagini RGB – Esempi

```
// Creazione di una nuova immagine RGB con dimensioni 320x200
var img1 = new RgbImage<byte>(320, 200);

// Copia del canale R come immagine gray scale
var imgR = img1.RedChannel.Clone();

// Proprietà Width ed Height
MessageBox.Show(String.Format("Dimensioni: {0}x{1}", img1.Width, img1.Height));

// Accesso a un pixel mediante indice lineare
img1[200] = new RgbPixel<byte>(255, 0, 128);
byte r = img1[200].Red; // 255
byte b = img1[200].Blue; // 128

// Accesso a un pixel mediante coordinate [y,x]
img1[10, 20] = new RgbPixel<byte>(0, 0, 0);

// Converte in un'immagine gray scale
var imgG = img1.ToByteImage(); // Extension method

// Crea un'immagine specificando il contenuto dei 3 canali
var img2 = new RgbImage<byte>(img1.RedChannel, imgG, img1.BlueChannel);
```

Algoritmi

- Algoritmi: interfaccia IAlgorithm
  - All'interno della libreria, i principali algoritmi sono implementati non come semplici metodi ma come classi che implementano l'interfaccia IAlgorithm e utilizzano particolari attributi definiti nella libreria stessa.
  - È disponibile una classe astratta Algorithm che implementa IAlgorithm e fornisce alcune funzionalità di base utili alla maggior parte degli algoritmi.

Algoritmi (2)

- Gli attributi:
  - [AlgorithmInfo]
    - Va associato alla classe: permette di specificare il nome dell'algoritmo, insieme ad altre informazioni testuali (categoria, descrizione, riferimenti bibliografici)
  - [AlgorithmInput]
    - Va associato a ciascuna proprietà della classe che rappresenta un dato di input dell'algoritmo.
  - [AlgorithmOutput]
    - Va associato a ciascuna proprietà della classe che rappresenta un dato di output dell'algoritmo.
  - [AlgorithmParameter]
    - Va associato a ciascuna proprietà della classe che rappresenta un parametro dell'algoritmo.

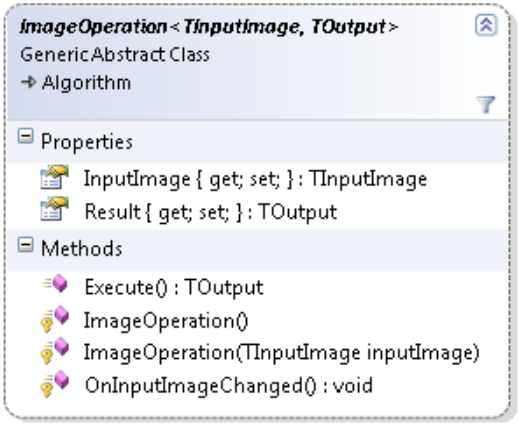
Algoritmi (3)

- Eventi ed eccezioni:
  - Evento ProgressChanged
    - Viene generato dall'algoritmo per comunicare il proprio stato di avanzamento.
    - È opportuno utilizzarlo solo in quegli algoritmi che potenzialmente richiedono tempi lunghi di esecuzione.
  - Evento IntermediateResult
    - Viene generato dall'algoritmo per fornire eventuali risultati intermedi dell'elaborazione.
    - È utile principalmente per scopi didattici, è opportuno utilizzarlo solo in algoritmi con risultati intermedi significativi.
  - Eccezione AlgorithmAbortedException
    - Indica che l'algoritmo è stato interrotto dall'utente (nel caso l'interfaccia utente che si utilizza permetta questa funzionalità).

Algoritmi - Esempio

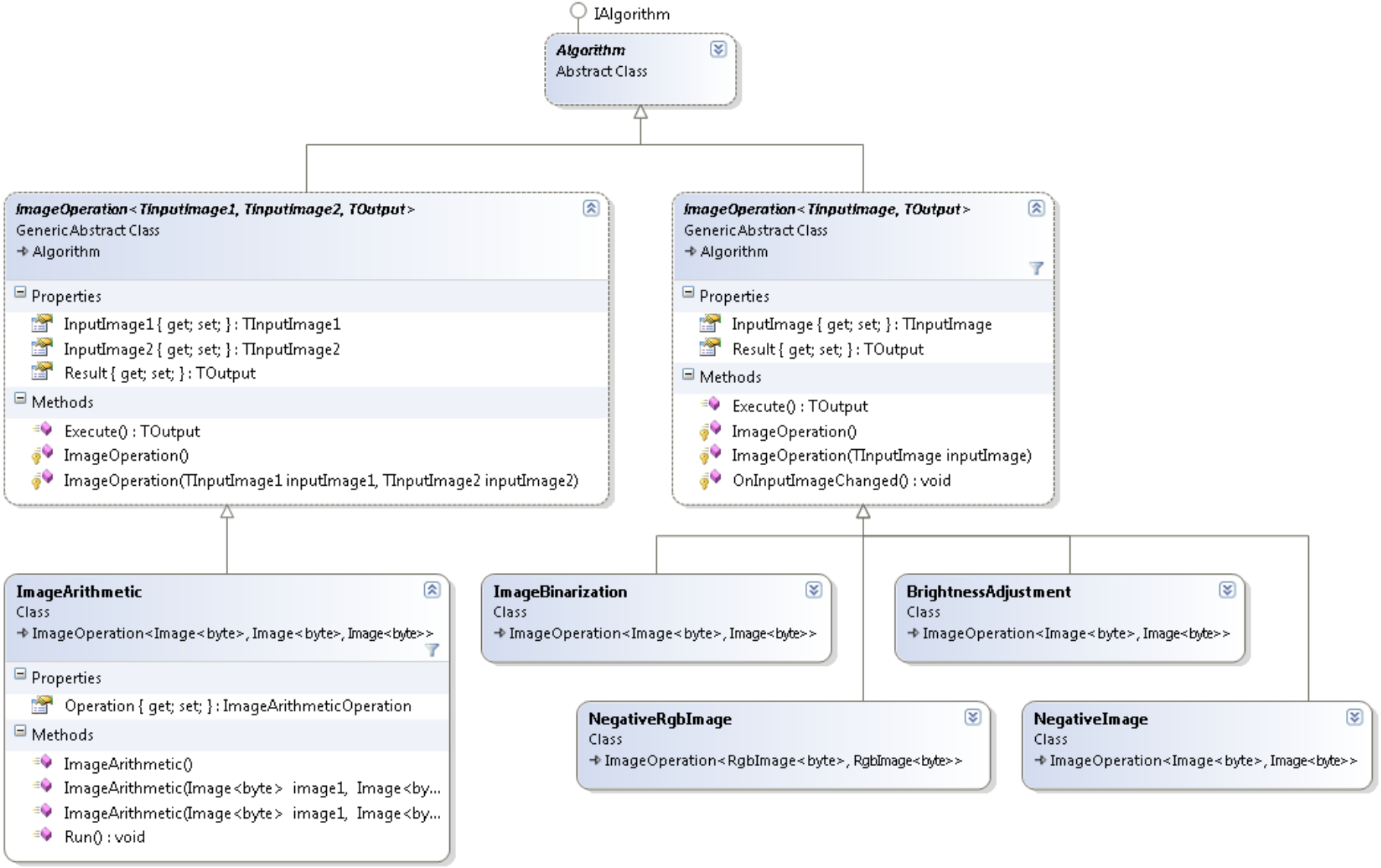
```
[AlgorithmInfo("Calcola livello medio di grigio",Category="FEI",
    Description="Questo algoritmo calcola il valore medio dei valori di grigio " +
                "in un'immagine che sono inferiori alla soglia specificata")]
public class CalcolaLivelloGrigioMedio : Algorithm
{
    [AlgorithmInput] public Image<byte> Immagine { get; set; }
    [AlgorithmOutput] public double Media { get; private set; }
    [AlgorithmParameter] public byte Soglia { get; set; }

    public override void Run()
    {
        int n = 0;
        int sum = 0;
        for (int i = 0; i < Immagine.PixelCount; i++)
        {
            var p = Immagine[i];
            if (p < Soglia) { sum += p; n++; }
            if (i % 100 == 0)
            {
                if (!OnProgressChanged(new AlgorithmProgressChangedEventArgs(
                        (double)i / Immagine.PixelCount, "Calcolo media")))
                    throw new AlgorithmAbortedException();
            }
        }
        Media = n > 0 ? (double)sum / n : 0;
    }
}
```

Operazioni sulle immagini: ImageOperation



- ImageOperation<…>
  - Classe generica e astratta
  - Utile come classe base per algoritmi di elaborazione immagini
  - Type parameters:
    - TInputImage: il tipo dell'immagine di input (es. Image<byte>)
    - TOuputImage: il tipo del risultato (solitamente un'immagine, ma può essere anche un altro tipo di dato)
  - Proprietà:
    - InputImage (attributo [AlgorithmInput], di tipo TInputImage)
    - Result (attributo [AlgorithmOuput], di tipo TOuput)
  - Metodi:
    - Execute(): chiama il metodo Run() (astratto nella classe base) che esegue l'operazione e ritorna il valore memorizzato in Result.

Operazioni sulle immagini: ImageOperation (2)



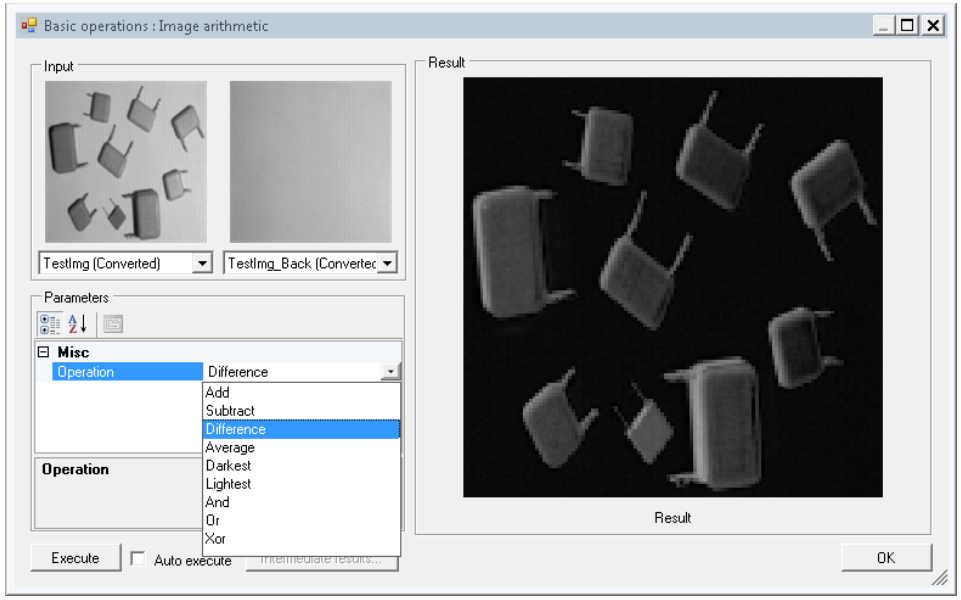
Esempio di classe derivata da ImageOperation

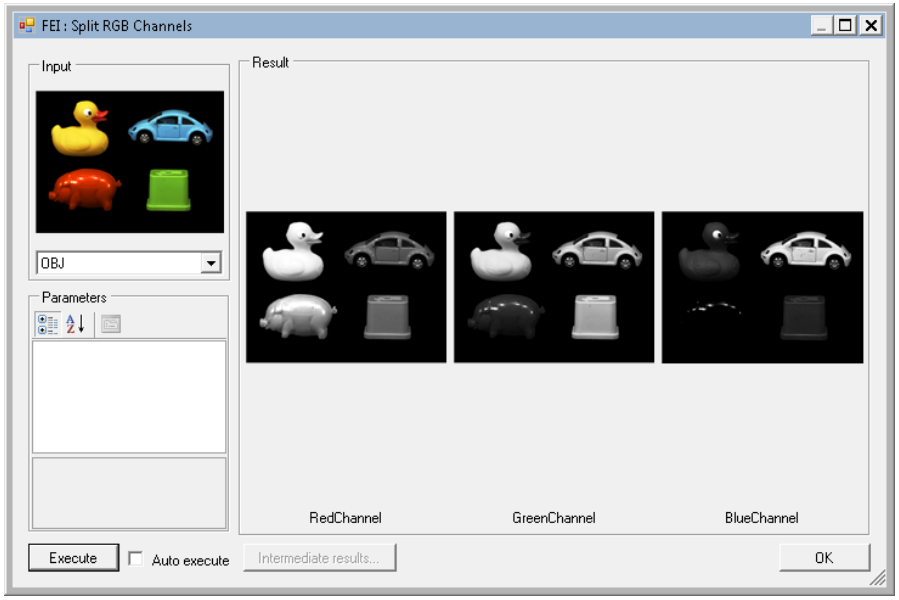
- ImageArithmetic
  - Operazioni aritmetiche fra due immagini grayscale

```
// Crea un'istanza della classe per eseguire operazioni aritmetiche
//  fra le immagini img1 e img2
// Imposta il tipo di operazione a "And"
var op = new ImageArithmetic(img1, img2, ImageArithmeticOperation.And);

// Esegue l'operazione (restituisce una nuova immagine)
var imgAnd = op.Execute();

// Modifica il parametro tipo di operazione a "Xor"
op.Operation = ImageArithmeticOperation.Xor;

// Esegue l'operazione con il parametro modificato
var imgXor = op.Execute();
```

Esecuzione algoritmi con anteprima dei risultati

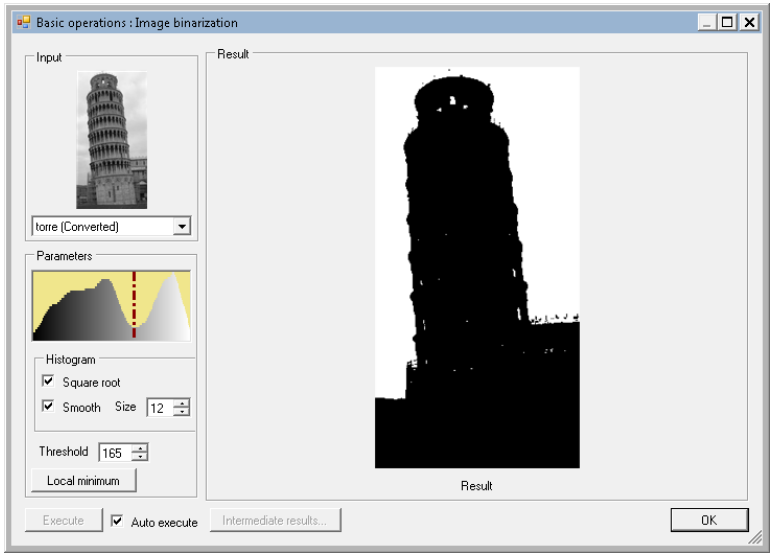
- La classe AlgorithmPreviewForm consente di
  - visualizzare un'anteprima dei risultati di un algoritmo (classe che implementa IAlgorithm).
  - selezionare gli input fra quelli disponibili e modificare gli eventuali parametri dell'algoritmo.
  - visualizzare eventuali risultati intermedi dell'algoritmo.





AlgorithmPreviewForm: personalizzazione

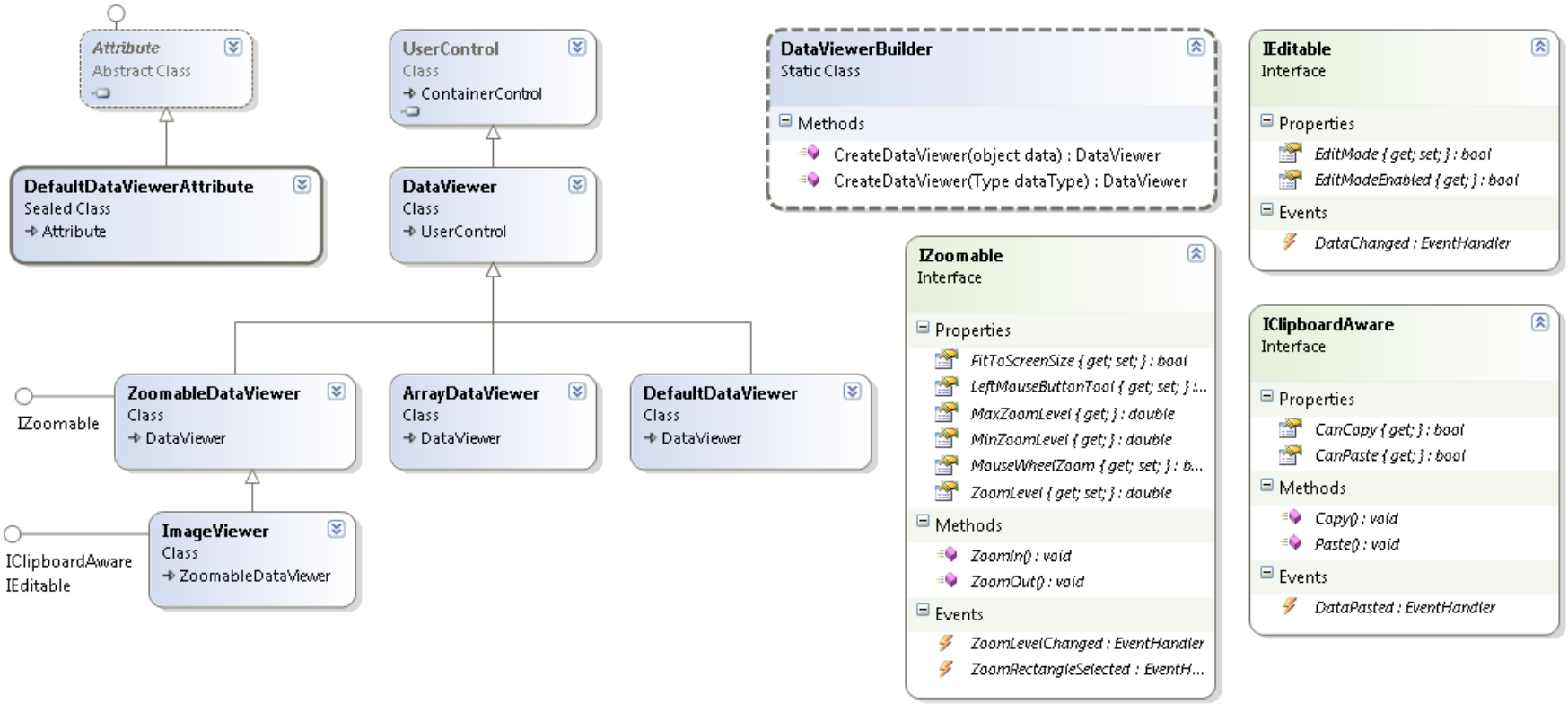
- [CustomAlgorithmPreviewParameterControl()]
  - Associando tale attributo alla classe che implementa l'algoritmo, è possibile personalizzare la visualizzazione e modifica dei parametri.
  - A tal fine è necessario implementare uno UserControl che implementa l'interfaccia IAlgorithmPreviewParameters



- Altre possibili personalizzazioni:
  - Fornire un elenco di possibili input (interfaccia IAlgorithmPreviewDataProvider)
  - Definire un visualizzatore specifico per i risultati di un algoritmo (attributo [CustomAlgorithmPreviewOuput] da associare alla classe dell'algoritmo e interfaccia IAlgorithmPreviewOuput che lo user control deve implementare)

DataViewer e classi derivate

- Generico UserControl per la visualizzazione dei dati
  - Interfacce IZoomable (funzionalità di zoom), IEditable (possibilità di modifica dei dati), IClipboardAware (copia e incolla dalla clipboard)
  - Attributo [DefaultDataViewer(…)] per associare un particolare visualizzatore a un tipo di dati
  - La classe statica DataViewerBuilder fornisce metodi per creare il visualizzatore più appropriato per un determinato tipo di dati.



PRLab

- Programma con interfaccia utente basata su Windows Form
  - Permette di utilizzare gli algoritmi contenuti nella libreria BioLab, con particolare riferimento all'elaborazione delle immagini