Classifier

Manual do Usuário

Biblioteca de Software para Reconhecimento Automático de Características Veiculares

Release: v1.6.0
Data: 29/07/2021

Sumário

Histórico de alterações

Data	Versão	Revisão
10/06/2019	1.0.0	• Versão inicial
12/06/2019	1.1.0	• Adição de wrapper Java • Adição de API para consultar informações da licença
01/07/2019	1.2.0	• Melhoria da classificação de tipo de veículo para o cenário fechado • Adição de API para configurar a probabilidade mínima do classificador de tipo de veículo
26/07/2019	1.3.0	• Melhoria da classificação de tipo de veículo para o cenário fechado • Redução de tempo de processamento para o cenário fechado • Correção da probabilidade de saída
10/12/2019	1.4.0	• Melhoria da classificação de tipo de veículo para o cenário panorâmico • Portabilidade para plataformas Windows 32 e 64 bits
27/10/2020	1.5.0	• Adição do cenário panorâmico noturno (uso específico em imagens IR com baixa luminosidade) • Melhoria no índice de detecção do cenário panorâmico • Melhoria no índice de rejeição de falsos positivos
27/07/2021	1.6.0	• Melhoria no índice de detecção de motos no cenário panorâmico • Melhoria no índice de rejeição de falsos positivos • Adição do wrapper C# • Correções no wrapper Python

1. Visão Geral

1.1. Condições Gerais

Os dados e as informações contidas neste documento não podem ser alterados sem a permissão expressa por escrito da Pumatronix Equipamentos Eletrônicos. Nenhuma parte deste documento pode ser reproduzida ou transmitida para qualquer finalidade, seja por meio eletrônico ou físico.

1.2. Licença de software

O software e a documentação em anexo estão protegidos por direitos autorais. Ao instalar o software, você concorda com as condições do contrato de licença.

2. Introdução

Classifier é uma biblioteca de software desenvolvida pela **Pumatronix Equipamentos Eletrônicos** especializada no reconhecimento de características de veículos a partir de imagens. Atualmente ela pode retornar o tipo do veículo dentre algumas categorias pré-definidas, sua localização na imagem e a confiabilidade da classificação.

Os tipos de veículos que a biblioteca atualmente pode distinguir são os seguintes:

- Carro
- Moto
- Caminhão
- Ônibus

O **Classifier** também pode detectar que não há nenhum veículo na imagem.

Após processar a imagem fornecida na entrada, o **Classifier** retorna as seguintes informações para cada veículo detectado:

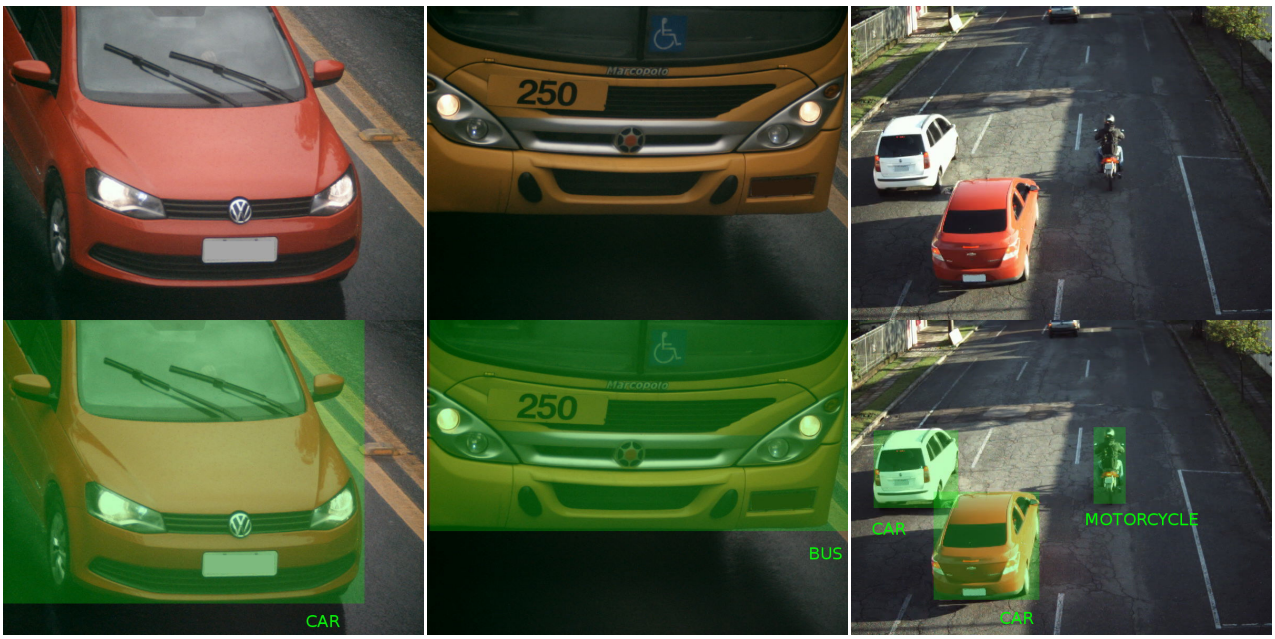
- Tipo do veículo
- Coordenadas do veículo na imagem, na forma de um *bounding box* (retângulo)
- Confiabilidade da classificação de tipo veicular, na forma de uma probabilidade entre 0 e 1

2.1. Casos de Uso

A biblioteca **Classifier** foi desenvolvida para ser utilizada nas mais diversas aplicações que necessitam de informações sobre os veículos. Embora existam limitaçoes técnicas (ver **Limitações de Uso**), o **Classifier** pode ser usado com imagens panorâmicas ou fechadas. Para aumentar seu desempenho, deve ser definido através de API o tipo de cena que será utilizado em seu funcionamento.

Alguns casos de uso mais comuns para a biblioteca **Classifier**, sem entretanto ficar restrita a eles, são:

- Classificação dos tipos de veículos em imagens
- Localização de veículos em imagens
- Detecção de imagens que contém veículos
- Validação do reconhecimento de placas veiculares através da classificação do tipo de veículo
- Levantamento de estatísticas de tipos de veículos através de imagens



Exemplos de aplicação do Classifier
Cima: *imagens a serem processadas pelo Classifier*
Baixo: *imagens sobrepostas com informações obtidas pelo Classifier*
Esquerda e centro: *imagens do tipo fechada*
Direita: *imagem do tipo panorâmica*

2.2. Princípio de Funcionamento

O **Classifier** opera detectando e classificando objetos em imagens. A partir desse processo é possível inferir as características de cada veículo na imagem separadamente.

2.3. Limitações de Uso

Para que o **Classifier** opere de forma satisfatória as condições a seguir devem ser atendidas.

2.3.1. Uso em máquinas virtuais (VMs)

Embora seja possível a utilização de nossas bibliotecas em máquinas virtuais, havendo inclusive relatos de sucesso por parte de alguns clientes, seu uso é desencorajado e não homologado. A **Pumatronix** não dá garantias de funcionamento e de suporte para o uso de seus produtos em máquinas virtuais.

3. Guia de Uso

Este capítulo traz as informações necessárias para integrar a biblioteca **Classifier** à uma aplicação.

3.1. Condições de Uso

O kit de desenvolvimento de software (SDK) do **Classifier** é distribuído através de um conjunto de bibliotecas de software (.so e .dll) com *interface de programação de aplicação* (API) em linguagem C. As arquiteturas de hardware compatíveis são x86, x86_64 e ARM A53 com sistema operacional Linux ou Windows. O suporte a outras linguagens de programação é possível através da escrita de *wrappers* ou *bindings* a partir da API C.

Para o correto funcionamento da biblioteca é necessário o uso do *hardkey* (chave de segurança) que a acompanha. O *hardkey* deverá estar conectado à uma porta USB do equipamento onde a aplicação será executada, caso contrário a aplicação não retornará as informações requisitadas. Existem duas versões de *hardkey*, uma de demonstração e outra para uso geral, sendo que a versão de demonstração tem data de validade. Quando a data de validade desta expira, a biblioteca automaticamente para de funcionar.

Para saber mais sobre o suporte em outras arquiteturas, como ARMv7, e outras linguagens como Java, Python ou C#, ou ainda solicitar a compra de uma licença entre em contato com a **Pumatronix** através do email **contato@pumatronix.com.br**.

3.2. Instalação

3.2.1. Pré-requisitos do sistema

3.2.1.1. Software

- Sistema operacional
  - Linux 32/64 bits com suporte a GLIBC 2.7 ou superior
  - Windows 32/64 bits versão 7 ou superior
- 7zip: **http://www.7-zip.org/**

3.2.1.2. Hardware

- Porta USB (utilizada pelo *hardkey*)
- CPU x86, x86_64 ou ARM A53
- 2GB ou mais de memória RAM

3.2.2. Descompactando o SDK

O SDK do **Classifier** é distribuído através de um arquivo compactado no formato 7zip. A descompactação deste arquivo requer uma senha, fornecida junto com o email contendo as instruções de download deste SDK. Caso você tenha problemas com a descompactação do SDK contate o suporte pelo email **contato@pumatronix.com.br**.

Para descompactar o SDK em ambiente Linux, utilize o seguinte comando a partir de um terminal (substitua os campos e <Classifier_PC_LINUX_64_vX.Y.Z.7z> pela senha fornecida por email e pelo nome correto do pacote).

```
7z x -p<SENHA_FORNECIDA> <Classifier_PC_LINUX_64_vX.Y.Z.7z>
```

3.2.3. Permissões do *hardkey*

> Esta configuração só é necessária para a versão Linux do SDK.

Para o correto funcionamento do *hardkey* USB no Linux, as permissões de acesso do **udev** devem ser alteradas. Adicione a seguinte linha:

```
ATTRS{idVendor}=="0403", ATTRS{idProduct}=="c580", MODE="0666"
```

ao final do arquivo correspondente a sua distribuição Linux:

```
Centos 5.2/5.4:          /etc/udev/rules.d/50-udev.rules
Centos 6.0 em diante:    /lib/udev/rules.d/50-udev-default.rules
Ubuntu 7.10:             /etc/udev/rules.d/40-permissions.rules
Ubuntu 8.04/8.10:        /etc/udev/rules.d/40-basic-permissions.rules
Ubuntu 9.04 em diante:   /lib/udev/rules.d/50-udev-default.rules
openSUSE 11.2 em diante: /lib/udev/rules.d/50-udev-default.rules
```

Caso a distribuição seja Debian, adicione as linhas:

```
SUBSYSTEM=="usb_device", MODE="0666"
```

```
SUBSYSTEM=="usb", ENV{DEVTYPE}=="usb_device", MODE="0666"
```

ao final do arquivo:

```
Debian 6.0 em diante:    /lib/udev/rules.d/91-permissions.rules
```

Para instruções de como habilitar o *hardkey* em outras distribuições Linux, entre em contato com o **contato@pumatronix.com.br**.

3.2.4. Variáveis de ambiente

3.2.4.1 Configuração do LD_LIBRARY_PATH

> Esta configuração só é necessária para a versão Linux do SDK. Para a versão Windows, faça uma cópia da DLL para a pasta onde está o executável ou para a pasta system32

Para que a aplicação seja capaz de encontrar as bibliotecas do **Classifier** deve-se adicionar ao PATH o caminho do diretório lib do SDK. Em ambiente Linux isto pode ser feito através da variável de ambiente `LD_LIBRARY_PATH`, como exemplificado abaixo (substitua pelo caminho absoluto da instalação do SDK).

```
export LD_LIBRARY_PATH=<SDK-ROOT-DIR>/lib
```

3.3. Estrutura do SDK

O **Classifier** não foi projetado como uma aplicação *standalone* e sim como uma biblioteca a ser integrada em outras aplicações. Dessa forma, o SDK do **Classifier** é distribuido como um conjunto de *shared libraries* (.so e .dll) e seus *headers* em linguagem C.

O SDK acompanha ainda uma aplicação de exemplo (código fonte e binário pré-compilado) que pode ser utilizada como base na implementação de uma aplicação que utiliza o **Classifier**. A seção **Exemplo Básico** deste manual traz também um passo-a-passo de como implementar uma aplicação.

3.3.1. Árvore de arquivos versão Linux

```
├── include
│   └── ptx
│       ├── classifier
│       │   └── ptx_classifier_api_local.h
│       ├── common
│       │   ├── ptx_codes.h
│       │   ├── ptx_defines.h
│       │   ├── ptx_dict.h
│       │   └── ptx_image.h
│       ├── ptx_classifier.h
│       └── ptx_common.h
├── lib
│   ├── libptx_classifierJava.so
│   ├── libptx_classifier.so
│   ├── libptx_commonJava.so
│   └── libptx_common.so
├── sample
│   ├── bin
│   │   ├── libptx_classifierJava.so
│   │   ├── libptx_classifier.so
│   │   ├── libptx_commonJava.so
│   │   ├── libptx_common.so
│   │   └── PtxClassifierSample
│   └── src
│       └── PtxClassifierSample.c
└── wrapper
    ├── java
    │   └── br
    │       └── com
    │           └── pumatronix
    │               ├── classifier
    │               │   ├── PtxClassifier.java
    │               │   └── PtxClassifierSample.java
    │               └── common
    │                   ├── PtxCommon.java
    │                   ├── PtxDict.java
    │                   └── PtxImage.java
    └── python
        ├── PtxClassifier.py
        ├── PtxClassifierSample.py
        ├── PtxCommonLoader.py
        ├── PtxCommon.py
        ├── PtxDict.py
        └── PtxImage.py
```

3.3.2. Árvore de arquivos versão Windows

```
├── include
│   └── ptx
│       ├── classifier
│       │   └── ptx_classifier_api_local.h
│       ├── common
│       │   ├── ptx_codes.h
│       │   ├── ptx_defines.h
│       │   ├── ptx_dict.h
│       │   └── ptx_image.h
│       ├── ptx_classifier.h
│       └── ptx_common.h
├── lib
│   ├── ptx_classifier.dll
│   ├── ptx_classifierJava.dll
│   ├── ptx_classifierJava.lib
│   ├── ptx_classifier.lib
│   ├── ptx_common.dll
│   ├── ptx_commonJava.dll
│   ├── ptx_commonJava.lib
│   └── ptx_common.lib
├── res
│   └── manual_classifier.pdf
├── sample
│   ├── bin
│   │   └── PtxClassifierSample.exe
│   └── src
│       └── PtxClassifierSample.c
└── wrapper
    ├── delphi
    │   └── ptx
    │       └── common
    │           └── ptx_common.pas
    ├── java
    │   └── br
    │       └── com
    │           └── pumatronix
    │               ├── classifier
    │               │   ├── PtxClassifier.java
    │               │   └── PtxClassifierSample.java
    │               └── common
    │                   ├── PtxCommon.java
    │                   ├── PtxDict.java
    │                   └── PtxImage.java
    └── python
        ├── PtxClassifier.py
        ├── PtxClassifierSample.py
        ├── PtxCommonLoader.py
        ├── PtxCommon.py
        ├── PtxDict.py
        └── PtxImage.py
```

3.4. Arquitetura de software

O **Classifier** possui uma arquitetura simples. Todas as chamadas da API são síncronas, ou seja, bloqueiam até que o processamento esteja concluído. A função principal é a **ptx_classifier_classify**, que recebe uma imagem previamente carregada e um handle contendo a configuração e, ao final do processamento, preenche uma estrutura de resultados.

A configuração da biblioteca consiste em: tipo de cena (panorâmico ou fechado), e a mínima probabilidade para que uma detecção seja considerada um veículo válido.

Os resultados consistem em um conjunto de veículos detectados, cada um com os seguintes dados associados: classe do veículo, confiabilidade da classificação na forma de probabilidade, e coordenadas na imagem do retângulo que contém o veículo.

3.5. Exemplo de uso da API

Para um exemplo completo, veja o arquivo `sample/src/PtxClassifierSample.c` do SDK.

Para compilar a aplicação exemplo com o gcc e executar, rode a seguinte sequência de comandos a partir de um terminal no Linux:

```
gcc sample/src/PtxClassifierSample.c -I include/ -L lib/ -l ptx_classifier -l ptx_common -o PtxClassifierSample
LD_LIBRARY_PATH=lib/ ./PtxClassifierSample
```

Assim que a aplicação for iniciada, deverá aparecer na saída do terminal:

```
[PUMA] JidoshaClassifier - Client Sample

[PUMA] JidoshaClassifier library Version: X.Y.Z
[PUMA] JidoshaClassifier library SHA1: 0123456789abcdef0123456789abcdef01234567
[PUMA] ptx_common library SHA1: 123456789abcdef0123456789abcdef012345678
[PUMA] LicenseInfo - Serial: 123456789 - maxThreads: 6 - maxConnections: 0
[PUMA] LicenseInfo - State: 0 - TTL: -1 - Customer: Pumatronix
[PUMA] ./PtxClassifierSample <SCENE_TYPE> <IMG> [<IMGS>]
```

4. APIs de usuário

A biblioteca **Classifier** exporta uma API para o reconhecimento automático de características de veículos.

Por padrão, as linguagens suportadas pela API que acompanham o SDK são C, C++ e Java. Wrappers em Python, C# e Delphi podem ser fornecidos sob demanda. Em caso de dúvidas ou suporte a outras linguagens, envie um email para **contato@pumatronix.com.br**.

Para padronizar estruturas comuns utilizadas por seus produtos, a **Pumatronix** criou a biblioteca **ptx_common**, que implementa em C estruturas de dados, códigos de erro e outras definições comumente utilizadas. A biblioteca **ptx_common** é necessária para uso do **Classifier** e está inclusa no SDK. A documentação de sua API pode ser encontrada na seção **4.2. API ptx_common C/C++**.

4.1. API Classifier C/C++

A API (Application Programming Interface) nativa da biblioteca está escrita em linguagem C, o que facilita a criação de bindings para uso em outras linguagens. Toda a API C está disponível através de um conjunto de headers dentro da pasta **include** do SDK.

4.1.1. API Classifier C/C++

A API contém os tipos, definições e funções para o processamento das imagens. Ela está definida no arquivo `ptx_classifier_api_local.h`.

ptx_classifier_api_local.h

```
#include "ptx/common/ptx_defines.h"
#include "ptx/common/ptx_codes.h"
#include "ptx/common/ptx_image.h"
#include "ptx/common/ptx_dict.h"

//================================================================================
// PtxClassifierHandle
//================================================================================
typedef struct PtxClassifierHandle PtxClassifierHandle;

typedef enum PtxClassifierConfigs {
    PTX_CLASSIFIER_CONFIG_SCENE_TYPE                        = 0,
    PTX_CLASSIFIER_CONFIG_VEHICLE_TYPE_MIN_PROB             = 1,
    PTX_CLASSIFIER_CONFIG_ENUM_MAX
} PtxClassifierConfigs;

typedef enum PtxClassifierSceneType {
    PTX_CLASSIFIER_SCENE_TYPE_CLOSEUP                       = 0, // Default scene
    PTX_CLASSIFIER_SCENE_TYPE_PANORAMIC                     = 1,
    PTX_CLASSIFIER_SCENE_TYPE_ENUM_MAX
} PtxClassifierSceneType;

//================================================================================
// Results
//================================================================================

// Prediction types
typedef enum PtxClassifierResultType {
    PTX_CLASSIFIER_GET_INT_RESULTS_SIZE                     = 0,
    PTX_CLASSIFIER_GET_PTXDICT_AT_RESULT                    = 1,
    PTX_CLASSIFIER_GET_INT_VEHICLE_TYPE_CLASS               = 2,
    PTX_CLASSIFIER_GET_FLOAT_VEHICLE_TYPE_PROB              = 3,
    PTX_CLASSIFIER_GET_INT_VEHICLE_X_POINTS_SIZE            = 5,
    PTX_CLASSIFIER_GET_INT_AT_VEHICLE_X_POINT               = 4,
    PTX_CLASSIFIER_GET_INT_VEHICLE_Y_POINTS_SIZE            = 7,
    PTX_CLASSIFIER_GET_INT_AT_VEHICLE_Y_POINT               = 6,
    PTX_CLASSIFIER_GET_ENUM_MAX
} PtxClassifierResultType;

typedef enum PtxClassifierVehicleType {
    PTX_CLASSIFIER_VEHICLE_TYPE_UNKNOWN                     = 0,
    PTX_CLASSIFIER_VEHICLE_TYPE_CAR                         = 1,
    PTX_CLASSIFIER_VEHICLE_TYPE_MOTORCYCLE                  = 2,
    PTX_CLASSIFIER_VEHICLE_TYPE_TRUCK                       = 3,
    PTX_CLASSIFIER_VEHICLE_TYPE_BUS                         = 4,
    PTX_CLASSIFIER_VEHICLE_TYPE_ENUM_MAX
} PtxClassifierVehicleType;

//================================================================================
// FUNCTIONS
//================================================================================

/* Classifier functions */
PTXEXPORT int PTXAPI ptx_classifier_init();
PTXEXPORT int PTXAPI ptx_classifier_destroy();
PTXEXPORT int PTXAPI ptx_classifier_get_version(int* major, int* minor, int* release);
PTXEXPORT const char* PTXAPI ptx_classifier_get_SHA1();

/* Classifier handle */
PTXEXPORT PtxClassifierHandle* PTXAPI ptx_classifier_create_handle();
PTXEXPORT int PTXAPI ptx_classifier_free_handle(PtxClassifierHandle* handle);
PTXEXPORT int PTXAPI ptx_classifier_set_config(PtxClassifierHandle* handle, PtxDict* config);

/* Classifier processing */
PTXEXPORT int PTXAPI ptx_classifier_classify(PtxClassifierHandle* handle, PtxImage* img, PtxDict* results);

/* License */
PTXEXPORT int PTXAPI ptx_classifier_get_license_info(PtxProductLicenseInfo* license);
```

4.1.1.1. Tipos

`enum PtxClassifierConfigs`

Descrição

Define as configurações disponíveis da biblioteca. As configurações são alteradas através da função **ptx_classifier_set_config**.

Membros

`PTX_CLASSIFIER_CONFIG_SCENE_TYPE`: tipo de configuração de cena a ser usado para classificação.

`PTX_CLASSIFIER_CONFIG_VEHICLE_TYPE_MIN_PROB`: configuração da probabilidade mínima admitida de retorno por parte do **Classifier**. Classificações com probabilidade menor que essa serão descartadas internamente pela biblioteca e não serão retornadas ao usuário.

`enum PtxClassifierSceneType`

Descrição

Define as cenas que podem ser configuradas no **Classifier**, permitindo um melhor funcionamento da biblioteca dependendo da instalação.

Membros

`PTX_CLASSIFIER_SCENE_TYPE_CLOSEUP`: Tipo de cena em que o veículo ocupa *mais* de 80% da imagem.

`PTX_CLASSIFIER_SCENE_TYPE_PANORAMIC`: Tipo de cena onde os veículos ocupam *menos* de 60% da imagem.

> Nota: Para veículos ocupando entre 60% e 80% da imagem é interessante experimentar cada um dos tipos de cena e verificar qual delas apresenta melhor desempenho.

`enum PtxClassifierResultType`

Descrição

Chaves para requisitar do retorno do **Classifier** (tipo `ptx_dict`) os valores das propriedades dos veículos.

Membros

`PTX_CLASSIFIER_GET_INT_RESULTS_SIZE`: Chave para requisitar o valor `int` da quantidade de resultados retornados.

`PTX_CLASSIFIER_GET_PTXDICT_AT_RESULT`: Chave para requisitar o valor `ptx_dict` de uma determinada posição contendo um único resultado.

`PTX_CLASSIFIER_GET_INT_VEHICLE_TYPE_CLASS`: Chave para requisitar o valor `int` que representa o tipo de veículo encontrado.

`PTX_CLASSIFIER_GET_FLOAT_VEHICLE_TYPE_PROB`: Chave para requisitar o valor `float` que representa a confiabilidade em forma de probabilidade para o tipo de veículo.

`PTX_CLASSIFIER_GET_INT_VEHICLE_X_POINTS_SIZE`: Chave para requisitar o valor `int` que representa quantos valores x são utilizados para descrever o contorno do objeto.

`PTX_CLASSIFIER_GET_INT_AT_VEHICLE_X_POINT`: Chave para requisitar o valor `int` que corresponde a um único valor x pertencente ao contorno do objeto.

`PTX_CLASSIFIER_GET_INT_VEHICLE_Y_POINTS_SIZE`: Chave para requisitar o valor `int` que representa quantos valores y são utilizados para descrever o contorno do objeto.

`PTX_CLASSIFIER_GET_INT_AT_VEHICLE_Y_POINT`: Chave para requisitar o valor `int` que corresponde a um único valor y pertencente ao contorno do objeto.

`enum PtxClassifierVehicleType`

Descrição

Campos representando os possíveis retornos da chave `PTX_CLASSIFIER_GET_INT_VEHICLE_TYPE_CLASS`, ou seja, os possíveis tipos de veículos retornados pela biblioteca.

Membros

`PTX_CLASSIFIER_VEHICLE_TYPE_UNKNOWN`: Tipo de veículo que não conseguiu ser categorizado

`PTX_CLASSIFIER_VEHICLE_TYPE_CAR`: Veículo do tipo carro

`PTX_CLASSIFIER_VEHICLE_TYPE_MOTORCYCLE`: Veículo do tipo moto

`PTX_CLASSIFIER_VEHICLE_TYPE_TRUCK`: Veículo do tipo caminhão

`PTX_CLASSIFIER_VEHICLE_TYPE_BUS`: Veículo do tipo ônibus

`struct PtxClassifierHandle`

Descrição

Estrutura que contém as configurações internas e estados da biblioteca.

4.1.1.2. Métodos

`ptx_classifier_init`

Protótipo da Função

```
int ptx_classifier_init();
```

Descrição

Função utilizada para inicializar a biblioteca após sua carga.

Parâmetros

Nenhum

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

`ptx_classifier_destroy`

Protótipo da Função

```
int ptx_classifier_destroy();
```

Descrição

Função utilizada para descarregar a biblioteca.

Parâmetros

Nenhum

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

`ptx_classifier_get_version`

Protótipo da Função

```
int ptx_classifier_get_version(int* major, int* minor, int* release)
```

Descrição

Função utilizada para consultar a versão da biblioteca. O **Classifier** segue um sistema de versionamento semântico **major.minor.release**. O número **major** é incrementado quando a versão tem quebra de API em relação à versão anterior. Caso não tenha quebra de API e haja inclusão de nova funcionalidade, o número **minor** é incrementado. Caso não haja quebra de API nem inclusão de nova funcionalidade, o número **release** é incrementado (é o caso de correções de bugs e alterações pequenas).

Parâmetros

`int *major, int *minor, int *release`: ponteiros para variáveis inteiras onde serão escritos os números que compõem a versão.

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

ptx_classifier_get_SHA1

Protótipo da Função

```
const char* ptx_classifier_get_SHA1();
```

Descrição

Função utilizada para verificar o hash SHA1 do build da biblioteca. Essa string é utilizada para **Pumatronix** para rastreamento do build.

Parâmetros

Nenhum

Retorno

Retorna um ponteiro para o início de uma string terminada em `\0` contendo o hash SHA1 do build.

ptx_classifier_create_handle

Protótipo da Função

```
PtxClassifierHandle* ptx_classifier_create_handle();
```

Descrição

Função utilizada para alocar a memória para a configuração da biblioteca. No caso de uso multithread, cada thread deverá chamar `ptx_classifier_create_handle` e usar seu próprio `PtxClassifierHandle`. O mesmo `PtxClassifierHandle` pode ser utilizado quantas vezes for necessário, desde que de apenas uma thread por vez.

As configurações da biblioteca, feitas através da função **ptx_classifier_set_config**, são armazenadas no `PtxClassifierHandle`. Portanto, cada `PtxClassifierHandle` pode ter uma configuração diferente. Isso pode ser útil, por exemplo, quando deseja-se utilizar a bilbioteca **Classifier** para processar imagens oriundas de diversas câmeras, e deseja-se aplicar configurações diferentes para imagens de câmeras diferentes.

Parâmetros

Nenhum

Retorno

Retorna um ponteiro para um struct tipo **PtxClassifierHandle** que será utilizado nas chamadas das funções subsequentes.

ptx_classifier_free_handle

Protótipo da Função

```
int ptx_classifier_free_handle(PtxClassifierHandle* handle);
```

Descrição

Função utilizada para liberar a memória alocada para o objeto do tipo **PtxClassifierHandle**.

Parâmetros

`PtxClassifierHandle* handle`: Ponteiro para o handle do tipo **PtxClassifierHandle**.

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

ptx_classifier_set_config

Protótipo da Função

```
int ptx_classifier_set_config(PtxClassifierHandle* handle, PtxDict* config);
```

Descrição

Função utilizada para aplicar a configuração feita através de um campo `PtxDict`.

Parâmetros

`PtxClassifierHandle* handle`: Ponteiro para o handle do tipo **PtxClassifierHandle**

`PtxDict* config`: Ponteiro para objeto do tipo **PtxDict**

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

---

ptx_classifier_classify

Protótipo da Função

```
int ptx_classifier_classify(PtxClassifierHandle* handle, PtxImage* img, PtxDict* results);
```

Descrição

Função utilizada para processar e extrair as informações da imagem e retorná-las através do parâmetro `results`.

> Nota: Esta função pode ser bastante demorada, levando centenas de milisegundos para terminar ou até mais, dependendo da CPU utilizada.

Parâmetros

`PtxClassifierHandle* handle`: Ponteiro para o handle do tipo **PtxClassifierHandle**

`PtxImage* img`: Ponteiro para imagem do tipo **PtxImage**

`PtxDict* results`: Ponteiro para resultados do tipo **PtxDict**

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

---

ptx_classifier_get_license_info

Protótipo da Função

```
int ptx_classifier_get_license_info(PtxProductLicenseInfo* license);
```

Descrição

Função utilizada para requisitar as informações de licença em relação ao produto **Classifier**.

Parâmetros

`PtxProductLicenseInfo* license`: Ponteiro para o objeto do tipo **PtxProductLicenseInfo**

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

4.2. API ptx_common C/C++

A biblioteca **ptx_common** implementa em C estruturas de dados, códigos de erro e outras definições comumente utilizadas por produtos da **Pumatronix**. Sua API está definida no arquivo `ptx_common.h`, que por si inclui outros headers.

4.2.1. **ptx_codes.h**

```
//================================================================================
//  RETURN CODES
//================================================================================
enum PtxCommonReturnCode {

    /* API CALL RETURN CODES */
    /* SUCCESS */
    PTX_SUCCESS                             = 0,

    /* BASIC ERRORS */
    PTX_FILE_NOT_FOUND                      = 1,
    PTX_INVALID_IMAGE                       = 2,
    PTX_INVALID_IMAGE_TYPE                  = 3,
    PTX_INVALID_PARAMETER                   = 4,
    PTX_COUNTRY_NOT_SUPPORTED               = 5,
    PTX_API_CALL_NOT_SUPPORTED              = 6,
    PTX_INVALID_ROI                         = 7,
    PTX_INVALID_HANDLE                      = 8,
    PTX_API_CALL_HAS_NO_EFFECT              = 9,
    PTX_INVALID_IMAGE_SIZE                  = 10,

    /* LICENSE ERRORS */
    PTX_LICENSE_INVALID                     = 16,
    PTX_LICENSE_EXPIRED                     = 17,
    PTX_LICENSE_MAX_THREADS_EXCEEDED        = 18,
    PTX_LICENSE_UNTRUSTED_RTC               = 19,
    PTX_LICENSE_MAX_CONNS_EXCEEDED          = 20,
    PTX_LICENSE_UNAUTHORIZED_PRODUCT        = 21,

    /* NETWORK ERRORS */
    PTX_CONNECT_FAILED                      = 100,
    PTX_SOCKET_DISCONNECT                   = 101,
    PTX_SOCKET_QUEUE_TIMEOUT                = 202,
    PTX_SOCKET_QUEUE_FULL                   = 103,
    PTX_SOCKET_IO_ERROR                     = 104,
    PTX_SOCKET_WRITE_FAILED                 = 105,
    PTX_SOCKET_READ_TIMEOUT                 = 106,
    PTX_INVALID_RESPONSE                    = 107,
    PTX_HANDLE_QUEUE_FULL                   = 108,
    PTX_INVALID_REQUEST                     = 109,
    PTX_INVALID_MESSAGE                     = 110,
    PTX_INVALID_STREAM_FRAME                = 209,
    PTX_FRAME_QUEUE_FULL                    = 211,
    PTX_LAST_FRAME_UNAVAILABLE              = 212,
    PTX_SERVER_CONN_LIMIT_REACHED           = 213,
    PTX_SERVER_VERSION_NOT_SUPPORTED        = 214,

    /* MJPEG ERRORS */
    PTX_MJPEG_ERROR_BASE                    = 1000,
    PTX_MJPEG_HTTP_HEADER_OVERFLOW          = 1001,
    PTX_MJPEG_HTTP_RESPONSE_NOT_OK          = 1002,
    PTX_MJPEG_HTTP_CONTENT_TYPE_ERROR       = 1003,
    PTX_MJPEG_HTTP_CONTENT_LENGTH_ERROR     = 1004,
    PTX_MJPEG_HTTP_FRAME_BOUNDARY_NOT_FOUND  = 1005,
    PTX_MJPEG_CONNECTION_CLOSED             = 1006,
    PTX_MJPEG_CONNECT_FAILED                = 1007,

    /* HARDWARE ERRORS - returned by the process */
    PTX_HW_FPGA_INIT_FAILED                 = 2000,
    PTX_HW_FPGA_LOCK_FAILED                 = 2001,

    /* OTHERS */
    PTX_UNKNOWN_ERROR                       = 99999
};

typedef struct PtxProductLicenseInfo
{
    uint64_t serial;
    char customer[64];
    int  maxThreads;
    int  maxConnections;
    int  state;
    int  ttl;
} PtxProductLicenseInfo;

PTXEXPORT const char* PTXAPI ptx_common_get_SHA1();
```

4.2.1.1. Tipos

`enum PtxCommonReturnCode`

Descrição

Define os códigos de erro da biblioteca **ptx_common**.

Membros

Os vários membros desta enumeração são retornados por funções em diversos tipos de situações: sucesso, imagem inválida, parâmetro inválido, erros de licença, erros de rede etc.

`enum PtxProductLicenseInfo`

Descrição

Struct utilizada para armazenar as informações sobre a licença utilizada pela biblioteca.

Membros

- `uint64_t serial` : serial number da licença
- `char customer[64]` : nome do cliente que adquiriu a licença
- `int maxThreads` : número máximo de threads de processamento habilitadas
- `int maxConnections` : número máximo de conexões paralelas habilitadas
- `int state` : estado da licença - ver **PtxCommonReturnCode**
- `int ttl` : time-to-live em horas para licenças do tipo RTC. Este campo possui o valor **-1** caso a licença não seja expirável

4.2.1.2. Métodos

`ptx_common_get_SHA1`

Protótipo da Função

```
const char* PTXAPI ptx_common_get_SHA1();
```

Descrição

Função utilizada para verificar o hash SHA1 do build da biblioteca **ptx_common**. Essa string é utilizada para **Pumatronix** para rastreamento do build.

Parâmetros

Nenhum

Retorno

Retorna um ponteiro para o início de uma string terminada em `\0` contendo o hash SHA1 do build.

4.2.2. ptx_dict.h

Este arquivo define uma estrutura de dados de dicionário, usada para armazenar relações do tipo chave-valor. A chave é sempre do tipo `int`. Cada produto da **Pumatronix** que utiliza a biblioteca **ptx_common** enumera em seu header quais chaves utiliza.

```
//=============================================================================
// PtxDict
//=============================================================================
typedef struct PtxDict PtxDict;

/* lifecycle */
PTXEXPORT PtxDict* PTXAPI ptxdict_create();
PTXEXPORT int PTXAPI ptxdict_free(PtxDict* ptx_dict);

/* Setters */
PTXEXPORT int PTXAPI ptxdict_set_int(PtxDict* ptx_dict, int key, int value);
PTXEXPORT int PTXAPI ptxdict_set_float(PtxDict* ptx_dict, int key, float value);

/* Getters */
PTXEXPORT int PTXAPI ptxdict_get_int(PtxDict* ptx_dict, int key, int* value);
PTXEXPORT int PTXAPI ptxdict_get_float(PtxDict* ptx_dict, int key, float* value);
PTXEXPORT int PTXAPI ptxdict_get_int_at(PtxDict* ptx_dict, int key, int index, int* value);
PTXEXPORT int PTXAPI ptxdict_get_ptxdict_at(PtxDict* ptx_dict, int key, int index, PtxDict* value);
```

4.2.2.1. Tipos

`struct PtxDict`

Descrição

Struct opaca utilizada para armazenar o dicionário.

Membros

Nenhum, por ser uma estrutura opaca.

4.2.2.2. Métodos

`ptxdict_create`

Protótipo da Função

```
PtxDict* PTXAPI ptxdict_create();
```

Descrição

Função utilizada para alocar memória para um dicionário.

Parâmetros

Nenhum

Retorno

Retorna um ponteiro para um struct tipo [PtxDict](#struct-ptxdict] que será utilizado nas chamadas das funções subsequentes.

`ptxdict_free`

Protótipo da Função

```
int ptxdict_free(PtxDict* ptx_dict);
```

Descrição

Função utilizada para liberar a memória alocada para o objeto do tipo **PtxDict**.

Parâmetros

`PtxDict* dict`: Ponteiro para objeto do tipo **PtxDict** cuja memória será liberada.

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

ptxdict_set_int

Protótipo da Função

```
int ptxdict_set_int(PtxDict* ptx_dict, int key, int value);
```

Descrição

Função utilizada para armazenar um par chave-valor.

Parâmetros

`PtxDict* dict`: Ponteiro para objeto do tipo **PtxDict** onde o par chave-valor será armazenado.

`int key`: chave do tipo int.

`int value`: valor do tipo int que será armazenado como associado à `key`.

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

ptxdict_set_float

Protótipo da Função

```
int ptxdict_set_float(PtxDict* ptx_dict, int key, float value);
```

Descrição

Função utilizada para armazenar um par chave-valor.

Parâmetros

`PtxDict* dict`: Ponteiro para objeto do tipo **PtxDict** onde o par chave-valor será armazenado.

`int key`: chave do tipo int.

`float value`: valor do tipo float que será armazenado como associado à `key`.

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

ptxdict_get_int

Protótipo da Função

```
int ptxdict_get_int(PtxDict* ptx_dict, int key, int* value);
```

Descrição

Função utilizada para requisitar um valor associado a uma chave.

Parâmetros

`PtxDict* dict`: Ponteiro para objeto do tipo **PtxDict**.

`int key`: chave do tipo int cujo valor deseja-se requisitar.

`int* value`: ponteiro para int onde será escrito o valor associado à `key`, caso exista.

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

ptxdict_get_float

Protótipo da Função

```
int ptxdict_get_float(PtxDict* ptx_dict, int key, float* value);
```

Descrição

Função utilizada para requisitar um valor associado a uma chave.

Parâmetros

`PtxDict* dict`: Ponteiro para objeto do tipo **PtxDict**.

`int key`: chave do tipo int cujo valor deseja-se requisitar.

`float* value`: ponteiro para float onde será escrito o valor associado à `key`, caso exista.

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

ptxdict_get_int_at

Protótipo da Função

```
int ptxdict_get_int_at(PtxDict* ptx_dict, int key, int index, int* value);
```

Descrição

Função utilizada para requisitar o valor em um determinado índice de um vetor associado a uma chave.

Parâmetros

`PtxDict* dict`: Ponteiro para objeto do tipo **PtxDict**.

`int key`: chave do tipo int cujo valor deseja-se requisitar.

`int index`: índice desejado do vetor associado à `key`.

`int* value`: ponteiro para float onde será escrito o valor, caso exista.

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

ptxdict_get_ptxdict_at

Protótipo da Função

```
int ptxdict_get_ptxdict_at(PtxDict* ptx_dict, int key, int index, PtxDict* value);
```

Descrição

Função utilizada para requisitar o valor em um determinado índice de um vetor associado a uma chave.

Parâmetros

`PtxDict* dict`: Ponteiro para objeto do tipo **PtxDict**.

`int key`: chave do tipo int cujo valor deseja-se requisitar.

`int index`: índice desejado do vetor associado à `key`.

`PtxDict* value`: ponteiro para `PtxDict` onde será escrito o valor, caso exista.

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

4.2.3. **ptx_image.h**

Este arquivo define uma estrutura para carregar imagens. Suporta tanto imagens estruturadas (jpg e bmp) quanto imagens RAW.

```
//================================================================================
// Types
//================================================================================

typedef struct PtxImage PtxImage;

/* Raw image pixel format */
typedef enum PtxImagePixelFmt {
    PTX_IMG_FMT_XRGB_8888                   = 0,
    PTX_IMG_FMT_RGB_888                     = 1,
    PTX_IMG_FMT_LUMA                        = 2,
    PTX_IMG_FMT_YUV420                      = 3,
    PTX_IMG_FMT_YUV_NV12                    = 4
} PtxImagePixelFmt;

//================================================================================
// Functions
//================================================================================

/* lifecycle */
PTXEXPORT PtxImage* PTXAPI ptximage_create();
PTXEXPORT int PTXAPI ptximage_free(PtxImage* img);

/* load */
PTXEXPORT int PTXAPI ptximage_load_from_file(PtxImage* img, const char* filename);
PTXEXPORT int PTXAPI ptximage_load_from_memory(PtxImage* img, const uint8_t* buffer, int bufferSize);
PTXEXPORT int PTXAPI ptximage_load_from_raw_format(PtxImage* img, const uint8_t* buffer, int width, int height, int stride,
```

4.2.3.1. Tipos

`struct PtxImage`

Descrição

Struct opaca utilizada para carregar imagens.

Membros

Nenhum, por ser uma estrutura opaca.

`enum PtxImagePixelFmt`

Descrição

Enumeração dos tipos de imagem RAW que podem ser carregados.

Membros

Nenhum, por ser uma estrutura opaca.

4.2.3.2. Métodos

`ptximage_create`

Protótipo da Função

```
PtxImage* ptximage_create();
```

Descrição

Função utilizada para alocar memória para uma estrutura de imagem.

Parâmetros

Nenhum

Retorno

Retorna um ponteiro para um struct tipo [PtxImage](#struct-ptximage] que será utilizado nas chamadas das funções subsequentes.

`ptximage_free`

Protótipo da Função

```
int ptximage_free(PtxImage* img);
```

Descrição

Função utilizada para liberar a memória alocada para um objeto do tipo **PtxImage**.

Parâmetros

`PtxImage* img`: Ponteiro para objeto do tipo **PtxImage** cuja memória será liberada.

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

---

ptximage_load_from_file

Protótipo da Função

```
int ptximage_load_from_file(PtxImage* img, const char* filename);
```

Descrição

Função utilizada para carregar uma imagem estruturada (jpg ou bmp) a partir de um arquivo.

Parâmetros

`PtxImage* img`: Ponteiro para objeto do tipo **PtxImage** onde será armazenada a imagem em memória.

`const char* filename`: Arquivo que contém uma imagem struturada a ser carregada.

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

---

ptximage_load_from_memory

Protótipo da Função

```
int ptximage_load_from_memory(PtxImage* img, const uint8_t* buffer, int bufferSize);
```

Descrição

Função utilizada para carregar uma imagem estruturada (jpg ou bmp) a partir de um buffer em memória.

Parâmetros

`PtxImage* img`: Ponteiro para objeto do tipo **PtxImage** onde será armazenada a imagem em memória.

`const uint8* buffer`: Buffer contendo a imagem estruturada a ser carregada.

`int bufferSize`: Tamanho de `buffer` em bytes.

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

---

ptximage_load_from_raw_format

Protótipo da Função

```
int ptximage_load_from_raw_format(PtxImage* img, const uint8_t* buffer, int width, int height, int stride, PtxImagePixelFmt
```

Descrição

Função utilizada para carregar uma imagem RAW a partir de um buffer em memória. Os tipos de imagens suportados estão definidos por **PtxImagePixelFmt**.

Parâmetros

`PtxImage* img`: Ponteiro para objeto do tipo **PtxImage** onde será armazenada a imagem em memória.

`const uint8* buffer`: Buffer contendo a imagem RAW a ser carregada.

`int width`: Largura da imagem em pixels.

`int height`: Altura da imagem em pixels.

`int stride`: Número de bytes entre uma linha e a linha seguinte da imagem.

`PtxImagePixelFmt fmt`: Tipo de imagem RAW, conforme **PtxImagePixelFmt**.

Retorno

Um inteiro com código de retorno de função.

Índice da API

C/C++

