

Escola Secundária com 3.º CEB do Fundão

Área de Projecto – Física

12.º CT4

Relatório Final

Reconhecimento Digital de Matrículas

Duarte Duarte

Miguel Mendes

Marian Giurca

2010/2011

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradecemos ao nosso professor, encarregue da disciplina sob a qual este projecto foi desenvolvido, o professor José Fradique, que durante o percurso do nosso trabalho sempre demonstrou interesse e apoio no futuro do nosso projecto, constantemente fornecendo ideias e contribuindo para que o projecto avançasse.

Em seguida agradecemos à oficina Godinho & Filhos Lda., que forneceu três placas de matrículas vitais tanto para a componente prática do nosso projecto assim como a sua apresentação.

Queríamos também agradecer ao professor António do Espírito Santo que esteve presente no júri do V Encontro Regional de Trabalhos de Área de Projecto, por fornecer excelentes sugestões para o futuro desenvolvimento deste projecto (e também inspiração para a escolha deste tema).

Por último, gostaríamos de agradecer à Nokia (*Qt*), à Hewlett-Packard e Google (*Tesseract*), e Intel e Willow Garage (*OpenCV*).

Resumo

O nosso projecto consiste no desenvolvimento de *software* que seja capaz de, através do recurso ou captura de imagem, captar matrículas de automóveis, descobrir a sua localização e posteriormente analisar a mesma matrícula para verificar os caracteres, de modo a que seja possibilitada a identificação do veículo.

O *software* foi desenvolvido através das capacidades de programação da equipa, que utilizou a(s) linguagem(s) C/C++, e recorreu a bibliotecas como *OpenCV* e *Qt* para que o trabalho de análise de imagem fosse possível.

Após encontrar a placa, o programa analisa os caracteres na região determinada para acabar o processo, através de *Tesseract*, finalmente identificando a matrícula do automóvel em questão. Este *software* ainda é capaz de guardar as matrículas que encontra numa base de dados, de modo a reter informação que poderá ser consultada sempre que necessário.

Índice

AGRADECIMENTOS	1
RESUMO	2
ÍNDICE	3
INTRODUÇÃO	4
DESENVOLVIMENTO	5
Fundamentação teórica	5
O que foi feito	5
Tratamento dos resultados	7
APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	8
DIVULGAÇÃO	9
CONCLUSÃO	10
SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	11
AVALIAÇÃO AO TRABALHO REALIZADO	12
BIBLIOGRAFIA	13
ANEXOS	14

Introdução

No início, o tema que viríamos desenvolver era incerto. Por isso mesmo, passámos muito do nosso tempo inicial a tentar escolher qual o tema apropriado. Após considerarmos vários temas como "carro movido a água" e "supercondutores", decidimos enveredar pelo caminho da programação. Deste modo, o nosso projecto viria assentar em desenvolver *software* que, como foi já explicado anteriormente, fosse capaz de identificar matrículas de automóveis. Isto, no entanto, proveio do facto da maior parte do grupo de interessar por programação e querer melhorar as suas capacidades, pelo que pareceu uma escolha razoável de tema de projecto para o fazer.

Foi assim que, ao longo de todo o 12º ano, trabalhamos com este objectivo em mente, avançando o projecto em todas as aulas e mesmo fora delas sendo, como sempre, necessário trabalhar mais em momentos cruciais como, por exemplo, cumprimento de prazos ou rápida e necessária obtenção de resultados. De modo detalhado não há muito a dizer, excepto que o grupo foi escrevendo o código-fonte que compõe o projecto sempre que possível.

Desenvolvimento

Fundamentação teórica

Começemos pelo básico. C/C++ é uma poderosa linguagem de programação, sendo possivelmente a que mais usos tem, dado o seu enorme leque de funcionalidades. Note-se que primeiro existia a linguagem C, que mais tarde evoluiu para C++. No entanto, comandos de C ainda são utilizados, razão pela qual muitas vezes se diz C/C++.

Aprendida a sintaxe geral da programação em C/C++, e sabendo que bibliotecas consistem em novas instruções que se adicionam à programação já conhecida, basta utilizar todos esses novos comandos, que nos dão muita mais manobrabilidade. Assim, não sendo possível desenvolver certos elementos com os comandos básicos da linguagem C/C++, foi utilizada, tendo o interface como exemplo, uma biblioteca relativa à criação do ambiente do qual o utilizador dispõe (Qt).

No entanto, esse é apenas um componente do que é necessário saber para o desenvolvimento do produto final que tivemos em mente. Uma importante parte do programa reside no tratamento de imagem.

Inicialmente, é sabido que uma imagem, quando disposta num ecrã comum, encontra-se dividida em vários pixéis. Estes pixéis, cada um com a sua cor individual, formam uma imagem completa. A cor de cada um resulta da mistura entre vermelho, verde e azul, mais conhecido pela tripla RGB, proveniente dos nomes das cores em inglês, "*red*", "*green*" e "*blue*". Sabido isto, e lembrando-nos que propósito tem as bibliotecas anteriormente referidas, é-nos possível então utilizar uma que tenha a capacidade de operar com os vários pixéis constituintes de uma imagem.

O que foi feito

Sabendo qual o nosso objectivo, deparámo-nos com um problema inicial. Dada uma imagem de um automóvel, como saberia o programa onde se encontrava a parte da imagem que realmente nos interessava, ou seja, a placa da matrícula?

Inicialmente resolvemos recorrer a um processo de comparação, ou seja, adoptando a teoria de que uma imagem se divide em vários pixéis, que seria possível fazer com que, dado um determinado padrão de disposição dos mesmos, o programa os encontraria na imagem e o problema estaria resolvido.

Em teoria, o processo seria o correcto. No entanto, não foi aplicado da melhor maneira, pois julgávamos que utilizando uma matrícula comum, que daqui em diante chamaremos de "indicador", o programa seria eficaz a encontrar uma matrícula distinta noutra imagem, visto que todas as matrículas, em aspectos gerais como forma, cores e caracteres, são

bastante semelhantes. Esta ideia provou ser um verdadeiro desastre. Tendo ordenado ao programa que desenhasse um rectângulo vermelho onde encontrasse a área na imagem que fosse mais semelhante ao indicador, obtínhamos resultados anedóticos. O programa indicava tudo o que podia. Paredes, tijolos, paralelos, tudo menos o que pretendíamos. Além disso, o programa necessitava cerca de 10 segundos por imagem, o que era excessivo (pretendíamos tempos de execução entre 0,5 e 1 segundo.)

Não sabendo como resolver o referido problema, esta parte do projecto foi suspensa enquanto o grupo desenhava e criava o interface do programa, para que fosse possível voltar à mesma questão com novas ideias, vindas de mentes revigoradas. Portanto, fizemos alguns protótipos (ver anexo n.º 1) e, decidido o *design* do ambiente gráfico do programa começou-se o seu desenvolvimento. Vários elementos de interesse foram inseridos. Foi tornado possível importar ficheiros de imagem para o programa, apresentar a imagem importada, ficando vários espaços reservados para detalhes como nome do proprietário, cor do veículo, marca do automóvel, placas recentemente analisadas, e até um espaço em que seria apresentada apenas a placa da matrícula, para quando o método de a encontrar fosse bem-sucedido.

Enquanto isto, já era desenvolvido um sistema de base de dados, com o qual o programa seria capaz de comunicar, assim podendo guardar e ler detalhes relativos a uma matrícula específica. Os dados que seriam assim guardados são, de novo, mencionados anteriormente.

Foi depois de algumas semanas que resolvemos o problema de encontrar a placa de uma matrícula. Visto que o problema residia no indicador não ser idêntico ao que procurávamos, o que abrange todas as placas que analisássemos, pensámos no que estaria presente em todas as matrículas que pudéssemos encontrar, independentemente de qual matrícula fosse. Lembrámo-nos, então, que estando em Portugal, que a maioria das matrículas teria uma parte azul do lado esquerdo na qual é possível verificar o "P" de Portugal, assim como o símbolo da União Europeia (ver anexo n.º 2). Foi assim que resolvemos mudar o indicador de uma matrícula comum para secção da matrícula, já descrita.

Os resultados mostraram-se muitos mais precisos, especialmente quando comparados com os resultados obtidos inicialmente. É de notar que apenas éramos capazes de encontrar a parte referente ao indicador. A secção da placa que possuía os caracteres só viria a ser encontrada no passo seguinte, no qual utilizámos a posição da secção encontrada, pois sabendo a altura do indicador e a relação entre a largura do indicador e largura da matrícula ($\frac{\text{largura da matrícula}}{\text{largura do indicador}} \approx 9.4$), fomos capazes de determinar a posição da área de interesse com uma percentagem de eficácia mais que aceitável, para o objectivo que tínhamos em mente.

Utilizando um algoritmo que tem a finalidade de identificar caracteres numa imagem, conhecido o tipo de letra, torna-se também possível o reconhecimento dos caracteres presentes numa matrícula, sendo este o último passo necessário à completa análise de uma matrícula. Porém, como a imagem de uma matrícula muitas vezes inclui elementos para além dos simples caracteres que necessitamos, seria apenas natural que o algoritmo de análise de caracteres captasse algo que não se encontrasse lá, e foi isso mesmo que aconteceu.

Realmente, o programa incluía muitos caracteres especiais no meio dos caracteres que precisávamos (ver anexo n.º3), pelo que foi criado um processo que os removesse.

Por último, foi adicionado uma opção para “ler” todas as imagens existentes num directório do computador/*pen*/etc o que permite analisar várias imagens mais rapidamente. Foi ainda possível reduzir o tempo de análise por imagem de 10 segundos para 1 segundo.

É de referir que, ao longo de todo o ano, foi tentado inserir o suporte a análise de vídeo mas que, até ao momento, não produziu os efeitos esperados pelo que essa opção não está incluída no produto final.

Todos os problemas essenciais estavam resolvidos e, finalmente, todos os espaços reservados no interface criado para o programa teriam a sua devida função.

Tratamento dos resultados

Agora, de facto, cada um dos elementos do interface exerce a sua função e, estando completo o procedimento "nuclear" do programa, basta que tanto a sua utilização como os seus resultados se disponham da maneira mais agradável possível. Portanto, passamos à descrição em pormenor da utilização do programa, pelo utilizador comum.

Ao iniciar o programa pelo clique do atalho disponível, o utilizador é recebido por um agradável "*splashscreen*", nome geralmente dado à pequena imagem de introdução que surge enquanto o programa carrega todos os elementos necessários ao seu funcionamento. Neste caso, o utilizador verá um pequeno rectângulo com um artístico título referente ao nome do projecto, assim como o nome dos vários elementos do grupo no canto inferior direito. Seguidamente, e após carregado o programa, surge o interface em si, inicialmente pequeno, onde o utilizador dispõe de vários comandos, podendo importar uma imagem para análise, actualizar o programa, estabelecer uma ligação à base de dados, e opções, onde é possível o utilizador escolher qual o indicador a utilizar, sendo recomendado não alterar o mesmo, visto que obteria resultados inesperados. De volta ao estado inicial do programa, e supondo que o que o utilizador deseja fazer é proceder à análise de uma imagem em que se encontre um veículo, cuja matrícula se encontre virada para nós, o utilizador clica no botão que lhe permite importar uma imagem, utiliza o navegador que surge para seleccionar a mesma e, após clicar "OK", basta aproximadamente um segundo para que o programa complete a análise. O tamanho torna-se maior, visto que inúmeros atributos requerem mais espaço visual. A imagem em questão é disposta, ocupando a maior parte do espaço disponível, sendo possível ver um rectângulo vermelho à volta da área de interesse, ou seja, da matrícula. Imediatamente à direita, encontra-se a matrícula isolada, com todos os seus detalhes imediatamente abaixo, o que inclui os caracteres presentes na matrícula. No caso de existir informação sobre essa matrícula na base de dados, essa informação extra é apresentada ao utilizador.

(Ver anexo n.º 3.)

Apresentação e discussão dos resultados

O nosso objectivo foi decerto concretizado, embora haja uns quantos pontos importantes a referir. Tomando a ordem do processo do desenvolvimento do produto final, serão referidos os pontos de acordo com essa mesma ordem.

A captura das imagens a utilizar no programa é um pouco restrita, pois tirar fotografias que funcionem no programa requer uma distância específica do veículo, assim como uma ampliação específica que, neste caso, se trata de uma ampliação óptica de 5x, e caso o ângulo com a perpendicular da matrícula seja demasiado grande, a análise torna-se, de novo, praticamente impossível.

Só falta, assim, referir que o algoritmo para a análise de caracteres também não é perfeito. Embora muito tenha sido corrigido, ainda existem problemas que, de momento, estão fora do nosso controlo. Exemplificamos isto com a confusão gerada pelo algoritmo entre o carácter "L" e o número 4 que, por óbvias razões, relativas ao tipo de letra das matrículas, dificulta a análise eficaz.

Divulgação

Novembro:

- artigo no jornal da ESF – Olho Vivo

Maio:

- publicação do código fonte em <https://github.com/DDuarte/RDM/> (onde são mantidas todas as alterações ao código desde 04/05/2011)
- criação de um poster A1 referente ao projecto (ver anexo n.º 4)
- participação e apresentação do projecto no V Encontro Regional de Trabalhos de Área de Projecto realizado na Universidade da Beira Interior (no qual ganhámos o 1.º prémio na categoria de Ciências e Tecnologias)

Conclusão

O que propusemos foi realmente o que fomos capazes de fazer, isto é, desenvolver *software* que, como já foi extensivamente discutido, analisasse uma imagem de um automóvel, encontrasse uma matrícula e reconhecesse os seus caracteres, estabelecendo uma ligação com uma base de dados. Temos também de admitir que certas propostas que fizemos, que estiveram para lá do nosso alcance mas não impediram o sucesso do nosso trabalho. Referimo-nos, neste caso, à eventual implementação de análise de matrículas via vídeo, que em princípio correria em directo para um mais fluido e complementar funcionamento do programa.

Sugestões para futuros trabalhos

Deixamos como sugestões para futuros projectos:

- implementação da análise de vídeo
 - por ficheiro
 - por *streaming* (através de Internet)
- melhoria do método de detecção da chapa de matrícula
- melhoria do reconhecimento de caracteres
- tornar todo o processo portátil e implementá-lo num sistema embutido

Avaliação ao trabalho realizado

Como já anteriormente referido, os objectivos propostos inicialmente foram cumpridos. O desenvolvimento do projecto foi contínuo e não intermitente. Não houve grandes discrepâncias entre o planeado e a realidade.

O grupo funcionou bem entre si apesar de haver pouco empenho por parte do Marian, umas das razões pelo fraco interesse por programação (ninguém é obrigado a tal).

Bibliografia

Livros:

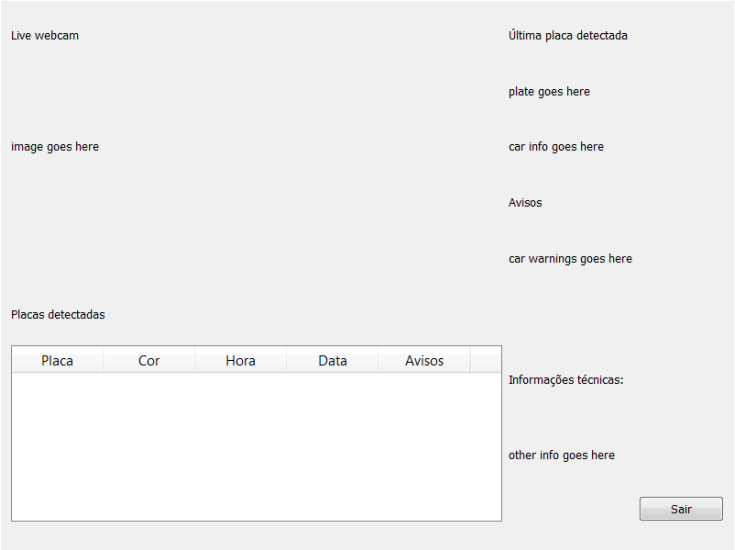
- GUERREIRO, Pedro. Programação com Classes em C++. 3.ª edição. Lisboa: FCA, 2003
- KOENIG, Andrew; E. MOO, Barbara. Accelerated C++. Addison-Wesley, 2000
- BLANCHETTE, Jasmin; SUMMERFIELD, Mark. C++ GUI Programming with Qt 4. 2.ª edição. Prentice Hall, 2008
- BRADSKI, Gary; KAEHLER, Adrian. Learning OpenCV. O'Reilly, 2008

Websites e wikis:

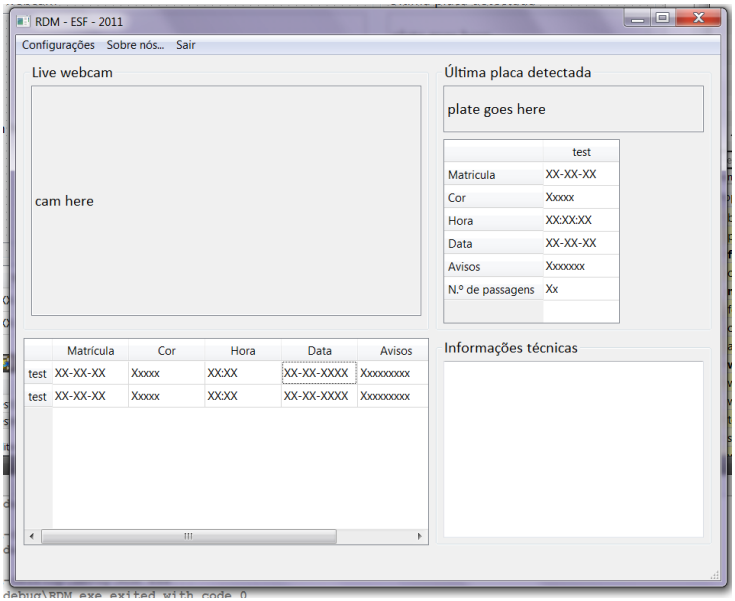
- Qt Reference Documentation, in <http://doc.qt.nokia.com/4.7/index.html> (29/05/2011)
- OpenCV 2.1 C++ Reference, in <http://opencv.willowgarage.com/documentation/cpp/index.html> (29/05/2011)
- C++ Language Tutorial, in <http://www.cplusplus.com/doc/tutorial/> (29/05/2011)

Anexos

Anexo 1

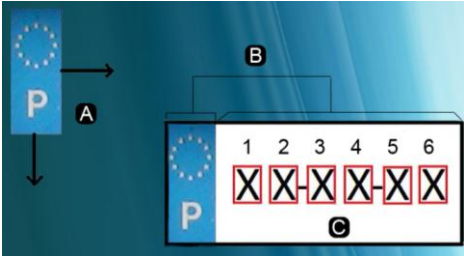


Protótipo 1 – 10/01/2011

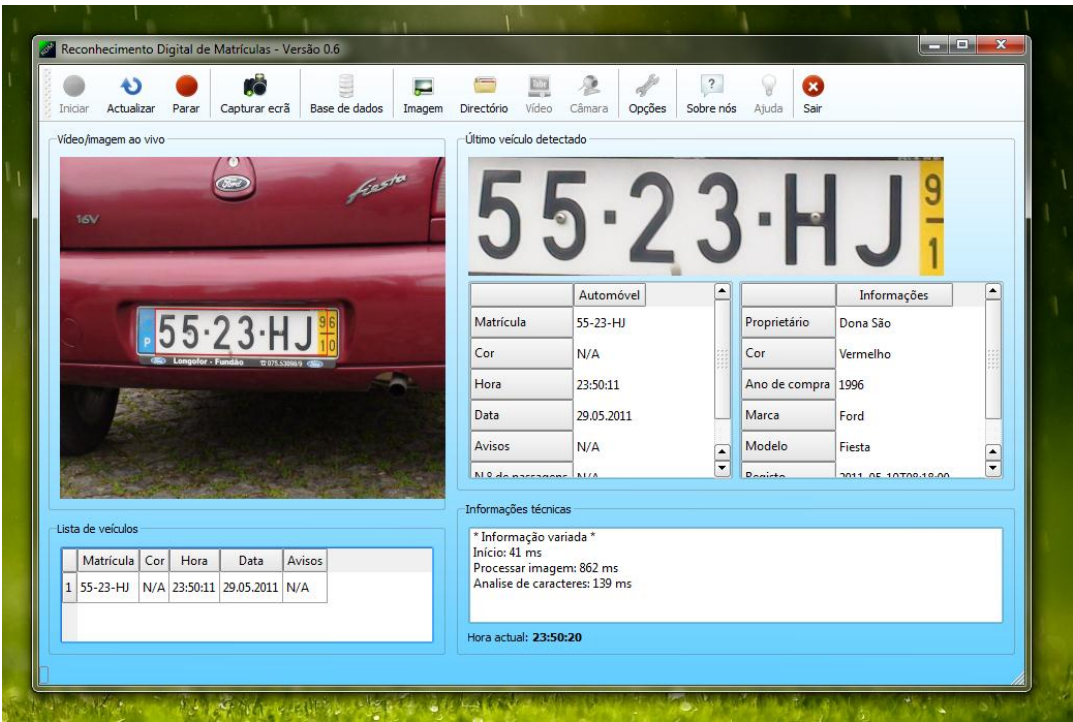


Protótipo 2 – 11/01/2011

Anexo 2



Anexo 3



Anexo 4

ÁREA DE PROJECTO - FÍSICA

Escola Secundária 3.º ciclo do Fundão

48-65-49

RECONHECIMENTO DIGITAL DE MATRICULAS

No âmbito da disciplina de Área de Projecto, vimo-nos com dificuldade em decidir sobre que tema trabalhar, até as nossas ânsias de programadores se apoderarem de nós. Foi assim que, decidimos criar algo que ajudasse a sociedade, em termos de segurança, neste caso, pelo que decidimos criar um programa capaz de encontrar e identificar matrículas de automóveis.

Como funciona?

The diagram shows a three-step process:
A: Finding the indicator 'P' on a blue background.
B: Finding the license plate area, represented by a white rectangle with a blue border.
C: Identifying the characters on the license plate, shown as a white rectangle with a blue border containing the characters '1 2 3 4 5 6' and 'X X X X X X'.

O nosso método de identificação de matrículas teve de ser subdividido. Cada parte desenvolvida em separado, para que tudo funcionasse em sequência ou em simultâneo.

A partir da obtenção de uma foto da viatura, o processamento inicia-se pelo processo **A**, que consiste em encontrar a placa da matrícula. Neste processo, o programa desloca o indicador vertical e horizontalmente, até a encontrar na imagem.

Após encontrar o indicador na imagem, inicia-se o processo **B**. Sabendo onde o indicador está na imagem, o programa utiliza as propriedades proporcionais gerais das matrículas para encontrar a componente principal (**C**) da matrícula em questão.

Finalmente, procede-se à identificação dos caracteres presentes na matrícula, que são mais tarde mostrados ao utilizador e comparados com uma base de dados.

Concluindo, sim. Fomos capazes de planejar, desenvolver e acabar um programa, que com a habilidade previamente mencionada, servirá para várias tarefas relacionadas com a segurança.

Aplicabilidade

- Controlo de entrada e saída de veículos de várias infraestruturas
- Identificação de veículos roubados
- Detecção de irregularidades e rápida correcção
- Monitorização de tráfico
- Entre outros...

Usámos a linguagem de programação **C++** e a base de dados em **MySQL**.
 Recorremos a várias bibliotecas/frameworks: **OpenCV**, **Qt**, **MySQL**, **Qt**, **OpenCV**, **TensorFlow**.
 (e escrevemos cerca de 4000 linhas de código)

Bibliografia

- Learning OpenCV, O'REILLY
- C++ GUI Programming with Qt 4, Prentice Hall
- Programação com Classes em C++,

O Resultado ➔

Parcerias
 Oficina Godinho & Filhos, Lda

Duarte Duarte
 Marian Giurca
 Miguel Mendes
 12.º CTE - 2010/2011

The screenshot shows the program's main window. On the left, there's a small image of a car's rear with a license plate. On the right, a larger window displays the identified license plate '28-92-E0'. Below this, there's a table with columns for 'Matrícula', 'Data de emissão', 'Validade', 'Status', and 'Data de registo'. The table contains several rows of data, including '28-92-E0'.