Construindo um Scanner de Baixíssimo Custo

Antonio Fernando da Cunha Penteado[1], Tel Amiel[2]

[1]Instituto de Artes, Departamento de Música – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

[2]Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Campinas, São Paulo, CEP 13083, Brasil

nando@nandopenteado.com, tel@amiel.info

Abstract. *A scanner is an indispensable tool for agencies and organizations with activities related to education or culture, but the cost, speed and flexibility can be an impediment to its effective use. We present here the results of tests and research that resulted in a working prototype of a similar esquipament, easy to build even for people with little skill with the use of tools and a very low price. This scanner has a great potential for accessibility as it allows converting images containing characters into editable text, which in turn permits its reading by people with low vision or conversion to synthesized speech.*

Resumo. *Um scanner é uma ferramenta indispensável em entidades e organizações com atividades voltadas a educação ou cultura, porém o custo, velocidade e flexibilidade podem ser fatores impeditivos para a seu uso efetivo. Apresentamos neste artigo os resultados e testes de uma pesquisa que resultou em um protótipo funcional de um esquipamento semelhante, de fácil construção mesmo por pessoas com pouca habilidade com o uso de ferramentas e a um preço baixíssimo. Este scanner possui um grande potencial de acessibilidade, pois permite a conversão de imagens contendo caracteres em texto editável, permitindo a sua leitura por pessoas de baixa visão ou conversão para voz sintetizada.*

1. Introdução

A função principal dos *scanners* de mesa (*flatbed*) tradicionais é digitalização de fotos ou de documentos, que em geral, se apresentam em folhas avulsas e em um tamanho máximo equivalente ao padrão A4 (210 x 297 mm). A resolução média de um scanner de mesa de escritório fica em torno de 2400 dpi (*dots per inch*), unidade de medida da quantidade de pontos por polegada da imagem capturada, diretamente relacionada à resolução final da imagem. Já os modelos com maior resolução e que admitem documentos de maior tamanho são de maior custo ou de difícil acesso. Mesmo assim, se limitam a capturar artefatos de tamanhos não muito maiores.

Para além desta restrição de tamanho e resolução, há a restrição de formato físico. Livros são um exemplo. A lombada impede que as páginas se assentem corretamente no equipamento. Além de gerar uma imagem distorcida ou com problemas

de iluminação, espremer o livro contra o o vidro do scanner tende a danificar o objeto. Mesmo os mais rápidos *scanners* de mesa tendem a ser lentos, seja pelo próprio processo de captura, ou pera lentidão no posicionamento do artefato.

Um segundo tipo de equipamento, presente cada vez mais em "multifuncionais" permite automação do processo através de alimentação automática de páginas individuais; alguns inclusive capturando imagem em dupla face. No entanto, como no caso dos de mesa, só conseguem capturar imagens de artefatos de certo tamanho e ademais, só capturam imagens de livros quando a lombada é removida. No contexto brasileiro e de outros países de baixa renda, o acesso a um *scanner* de mesa ou uma multifuncional pode ser difícil pelo custo do equipamento em si, ou limitado acesso a energia elétrica. Ademais, *scanners* desse tipo tem de estar conectados a computadores e não são equipamentos de fácil portabilidade.

Finalmente, modelos automáticos ou *face-up*, se utilizam-se de uma ou mais câmeras para capturar imagens de um objeto voltado para cima, apoiadas em um berço. Estes permitem a captura de objetos maiores e disformes e são extremamente rápidos (Reetz, 2011). Porém apesar da eficácia dos modelos *face-up*, o custo destes *scanners* está na ordem de milhares de reais. Inspiradas nestes modelos nasceu o movimento *Do It Yourself Book Scanner* (DIY *book scanner*), um projeto "faça você mesmo" que tem como base o uso de uma ou duas câmeras digitais para captura de imagens e texto. Originalmente pensado para a captura de livros, *scanners* DIY tem sido criado para os mais variados fins.

Com base em experiências de sucesso, em especial as documentadas no site DIY Book Scanner (diybookscanner.org), buscamos desenvolver um protótipo de um *scanner* que fosse capaz de digitalizar páginas de livros, fabricado de maneira caseira, e que ao mesmo tempo tivesse um custo inferior ao de um *scanner* comercial de mesa. Seguindo o modelo do DIY, baseamos a nossa produção no uso de uma única câmera fotográfica digital como dispositivo de captura de imagem.

Scanners de baixo custo podem ser usados para digitalizar livros, revistas, e obras avulsas que fazem parte de acervos nos mais diversos contextos. O público-alvo inicial desse projeto eram entidades como ONGs, escolas públicas, bibliotecas e pessoas físicas com interesse em preservação de um acervo a baixo custo. Como os resultados foram encorajadores,cogitamos a possibilidade de experimentação no campo da acessibilidade, permitindo a conversão de imagens de livros em textos escritos e também falados, servindo-se como uma ferramenta para pessoas com baixa visão.

Após uma bateria de experimentos e testes com diversas montagens e diferentes tipos de material, chegamos a um modelo com custo dez vezes menor do que um scanner comum (sem considerar a câmera fotográfica) que é capaz de digitalizar grandes imagens e com qualidade suficiente para o uso da tecnologia OCR (*Optical Character Recognition*; Reconhecimento Ótico de Caracteres), que representa uma tecnologia capaz de converter um arquivo de imagem contendo texto para um arquivo de texto editável) e TTS (*text to speech*, conversão de texto em áudio, palavras escritas para faladas). O processo, testes realizados e considerações sobre a construção de um scanner de baixíssimo custo são o objeto deste artigo.

2. Porque Construir um Scanner?

A primeira razão para se construir um *scanner* é a excelente relação entre o baixíssimo custo e a qualidade. Para além disto, diversas são as utilidades tanto do produto final

quanto do processo em si de tal construção, envolvendo este alguns princípios de física (ótica, estática, alavancas, etc), matemática (medições, área, ângulos, funções trigonométricas), química (polímeros, reações, materiais, etc) que podem ser utilizados e explorados de forma interdisciplinar.

Atualmente o preço de uma câmera fotográfica digital é bastante acessível. Mesmo nas entidades e organizações menos favorecidas financeiramente é razoável assumir a presença de uma câmera digital portátil ou de um *smartphone*, já que o registro fotográfico normalmente faz parte do protocolo de documentação das atividades desenvolvidas. Entendemos que o uso de um câmera ou celular pode servir como base para a construção de um scanner, limitando gastos, e alavancando um recurso já existe em grande capilaridade e ubiquidade em organizações-alvo desse projeto. Uma vez organizados e disponibilizados, tais recursos podem servir como fonte para material didático, para a preservação da memória e ações de preservação patrimônio local (de Varine, 2012), sendo muitos destes com potencial geração de renda.

A digitalização através do uso de uma câmera fotográfica não tende a gerar imagens com grande fidelidade e qualidade. Há dificuldade de um perfeito alinhamento e enquadramento do material digitalizado em suas margens. O uso manual da câmera aumenta a chance de capturar uma imagem fora de foco ou tremida. A luz ambiente não tende a iluminar o objeto de maneira uniforme. No caso de livros, a lombada produz ondulações na imagem que dificultam a leitura e às vezes impedem a conversão para texto via OCR/TTS.

3. Os critérios

Nossa proposta inicial no que se referia a um scanner de baixo custo era que o mesmo pudesse ser criado pela metade do preço de um scanner comercial, que à ocasião limitava o nosso preço final em mais ou menos R$100.

Entre os projetos disponíveis no site encontramos os mais variados modelos e propostas. Os projetos variam particularmente quanto ao uso de matérias primas, do nível de automação do processo e do posicionamento do artefato a ser digitalizado. Dentre estes, nos baseamos no modelo mais simples e de baixo custo que conseguimos identificar, construído em cartolina (Figura 1; disponível em www.diybookscanner.org/forum/viewtopic.php?f=1&t=275). Outros, de maior sofisitcação faziam uso de acrílico (Figura 2; www.diybookscanner.org/forum/viewtopic.php?f=1&t=175) ou ainda metal, demandando, por exemplo, o uso de um cortador computadorizado a laser.

Figura 1. Modelo de scanner tradicional

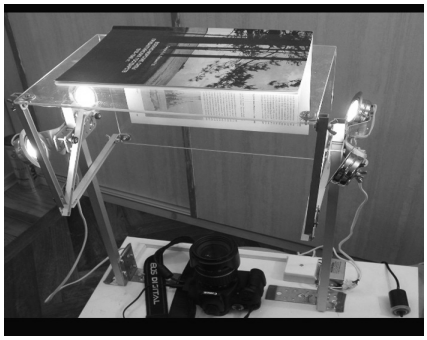

Figura 2. Modelo de scanner invertido

Foi necessário identificar critérios que norteassem nossa pesquisa. Dentre eles, definimos como prioridade: (1) o uso de materiais de fácil acesso e baixo custo em cidades de médio e pequeno porte no Brasil; (2) que o equipamento pudesse ser criado com ferramentas relativamente acessíveis e de fácil manuseio por uma pessoa sem grande experiência, preferencialmente manuais e não elétricas; e que (3) que o produto final fosse resistente, leve e portátil. Definimos que o artefato a ser capturado seria um livro, cujas páginas não poderiam ser maior do que uma folha A4. O nosso critério de sucesso seria medido pela captura em um nível de qualidade que propiciasse o reconhecimento de caracteres em texto (OCR) com grau de precisão aceitável, sem priorizar à velocidade do processo de captura. Definimos também que todo o processo deveria ser documentado abertamente, em português, para que pudesse ser replicado e aprimorado pela comunidade DIY e outros interessados (veja, por exemplo http://labsesccampinas.wikidot.com/scanner).

Inspirados nos resultados obtidos pelo modelo apontado acima (Figura 1), fizemos testes com uma estrutura de papelão, que apesar de leve, barato e de fácil manuseio, tinha resistência e durabilidade abaixo do necessário. Cogitamos o uso de uma estrutura de metal; no entanto o ferro é bastante pesado e o alumínio caro. Ademais, metais exigem ferramentas de difícil acesso e alto custo, e habilidades específicas do construtor. Passamos a plásticos, seguindo alguns exemplos disponíveis que faziam uso de acrílico. No entanto no Brasil o preço é alto; ademais, a cola além de tóxica é de uso controlado por ser à base de clorofórmio. Em última instância optamos por utilizar o PVC, que é utilizado em encanamento de residências. É encontrado em qualquer cidade, tem fácil manuseio corte e furo, além de colagem simples e eficiente. É barato, e como blocos construtores, possui dezenas de opções de conexões e diâmetros de tubo. O PVC, além de muito leve, possui enorme resistência mecânica e resistência a intempéries. Sendo assim, já nos primeiros testes se destacou entre as demais opções disponíveis.

4. Construção do Scanner

Um scanner planetário depende de uma estrutura capaz de fixar a câmera digital com bastante estabilidade a vibrações e que mantenha uma distância constante até o objeto a ser escaneado. Idealmente o objeto também deve possuir um suporte igualmente estável. No caso de livros é importante o uso de um vidro sobre a página a ser capturada que possa manter as páginas suficientemente esticadas, evitando distorção do texto na captura das imagens.

Nosso protótipo e utiliza uma estrutura formada por tubos de PVC de 25mm de diâmetro e conexões do tipo joelho (noventa graus) e também conexões do tipo “T”. A forma geral se aproxima à de um berço (que é conhecido na comunidade DIY internacional como *cradle*, termo em inglês para berço) e representa o encaixe perfeito para um livro aberto em noventa graus e pedestais para mantê-lo em posição.

Para base foi necessário o uso de madeira MDF de 6mm de espessura. O MDF tem sido utilizado tanto para a construção de móveis quanto para no artesanato, ao redor do Brasil. Isso tem facilitado o acesso ao material e barateado o seu custo, inclusive o de corte do material. Apesar de acrescentar uma camada de custo e de trabalho à construção do scanner, julgamos o seu uso baseado no custo-benefício oferecido. Um pedaço de vidro (conhecido como *platten*) com 3mm de espessura foi utilizado para “achatar” as páginas. Para esse fim, qualquer pedaço de vidro maior do que a área a ser scaneada é passível de uso. O suporte para a câmera fotográfica foi feito com um fuso

de 15cm, com diâmetro de 1/4”, o tamanho padrão para câmeras fotográficas. Foi preso com porcas, arruelas e borboletas, ligando a câmera à estrutura montada (Figura 3).

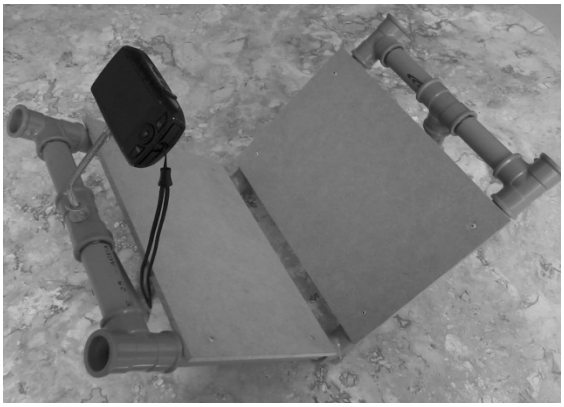

Figura 3. Foto final do scanner montado câmera

5. Reconhecimento de Caracteres com Software Livre

Com base nos comenários disponíveis no DIY, decidimos fazer uso do Tesseract (tesseract-ocr.googlecode.com). Este é software de reconhecimento de caracteres disponível com uma licença Apache 2.0. Ele está disponível para várias plataformas, em dezenas de idiomas, e conta com um dicionário de reconhecimento de caracteres atualizado em Português. É possível usar uma interface para o Tessaract, o que não foi explorado nesse projeto. Nos testes utilizamos a versão 3.02.02 do software tanto em Debian como no Mac OSX.

A instalação em Linux é simples através de pacote, que também automaticamente instala as dependências (como Leptonica). No Mac, sugerimos a utilização do MacPorts ou o Brew (este último utilizado nos testes) para fazer o mesmo. O pacote de língua portuguesa está disponível na página de download (para referência, o nome do arquivo é algo como *tesseract-ocr-3.02.por.tar.gz*). Uma vez expandido o arquivo (nome deve ser algo como *por.traineddata*) deve ser colocado no diretório */share/tessdata*.

Para facilitar o processo de scaneamento de imagens de livros, desenvolvemos um script em *bash* (http://github.com/tamielbr/ocr-scripts/blob/master/ocr-script). Antes de utilizar o script, o usuário deve dividir as páginas ímpares e pares em duas pastas separadas. O script pede ao usuário o nome das pastas, faz o reconhecimento de caracteres, juntas as páginas na ordem correta, limpa espaços redundantes e oferece o arquivo final em forma de texto. É um script básico, que não trata de maneira apropriada o espaçamento entre páginas, nem corrige erros de reconhecimento de caracteres. Por hora, simplesmente facilita a criação de um único arquivo de texto que pode ser corrigido manualmente pelo usuário.

O processo de captura (OCR) permite que o livro seja mais acessível – torna-se mais fácil distribuí-lo por conta do tamanho (é só texto), o que por consequência facilita a transformação para padrões abertos (como ePUB, e formatos padrão como PDF). Permite também, se bem formatado, a leitura por software dedicado útil em cenários como a transformação do texto em áudio, para cegos. Mas como todo processo de

captura, é necessária uma limpeza e adequação manual dos dados antes de entregá-lo em um formato final. Tanto no uso de um *scanner de mesa,* como com um DIY, faz-se necessário o trabalho manual de ajuste e correção no texto, que pode ser feito através do trabalho colaborativo, fazendo uso, por exemplo, de uma wiki.

No futuro, buscaremos experimentar o uso de software *text-to-speach* como Espeak, Festival e Orca. Com base no texto, corrigido e bem formatado, vislumbramos que o scanner de baixo custo possa fazer parte de um processo de digitalização e leitura automática de livros, atendendo as demandas de usuários cegos ou com outras demandas relativas a acessibilidade.

6. Resultados

Em nossos testes, conseguimos atingir níveis de qualidade variáveis. Em alguns casos, atingimos taxas de sucesso que são equivalentes ao que nos foi proporcionado por *scanners* de mesa (veja um exemplo em http://educacaoaberta.org/scanner-de-baixissimo-custo-resultados). Considerando o baixo custo de construção, de aproximadamente vinte reais, o scanner de baixíssimo custo apresenta-se como um protótipo que merece ser investigado e aprimorado.

Abaixo, apontamos alguns dos aprendizados coletados ao longo dos experimentos realizados, que podem servir de orientação para os interessados em construir *scanners* de baixo custo. Para maiores informçaões sobre o processo de construção e dos resultados obtidos, veja (http://educacaoaberta.org/scanner-de-baixissimo-custo-2 bem como http://www.nandopenteado.com/posts/scanner-planetario-de-baxissimo-custo).

6.1. Iluminação

Não identificamos diferença de qualidade de captura entre a lâmpada fluorescente e a incandescente (testamos novamente com 40W e 15W respectivamente). Tendo somente um *spot* (uma origem de luz direta), posicioná-la de maneira centralizada, logo atrás da câmera, melhora a qualidade de captura. O uso de um temporizador usualmente evita trepidações. O uso do parafuso providencia ótima estabilidade, mas recomendamos o seu uso (2 segundos, para facilitar a velocidade do processo) já que diminui as sombras causadas pelo próprio fotógrafo. Sugere-se fazer uso de uma folha de cartolina preta por de trás do objeto a ser capturado (veja Figura 1), o que aumenta sensivelmente o contraste de imagem, particularmente em livros com páginas brancas.

6.2. Câmera e Posicionamento

Verifique que câmera está o mais paralelo possível da área de captura, o que diminui em muito a distorção da imagem e facilita a captura. Isso é particularmente importante se resultados ruins forem obtidos nos extremos das páginas. A quantidade de zoom não tente a afetar a qualidade de captura, contanto que mantenha-se um nível razoável de densidade (em nossos testes 180dpi; o que é considerado baixo pelo software de captura de tela). Não recomendamos utilizar uma grande angular que cause grande distorção (ou um “arredondamento” da imagem). O tamanho dos censores de câmeras de baixo custo e de celulares tem crescido de tal maneira que, este problema tende a ser minimizado ao longo do tempo.

6.3. Tratamento de Imagem

Tratar imagem convertendo para preto e branco ou tons de cinza, e/ou alterar contraste, antes de enviar a imagem ao Tesseract não melhora a qualidade do OCR. O software faz essa conversão de maneira automática. Segue que, tirar imagem em preto e branco/tons de cinza na câmera não tende a melhorar qualidade do OCR. Notamos que rotacionar a imagem anteriormente não melhora o OCR. Sugere-se o uso do comando adicional (-*psm 1* no Tesseract) que providencia resultados idênticos, via software.

7. Conclusões

Neste projeto buscamos criar um novo protótipo de *scanner* de baixo custo que faz uso de um software livre para reconhecimento de caracteres. Trata-se de um protótipo criado para identificar as principais questões envolvidas na produção de um artefato que respondesse à peculiaridades do contexto brasileiro. Esperamos continuar o seu desenvolvimento de maneira colaborativa, aprimorando a velocidade da captura associada a qualidade de reconhecimento de caracteres, bem como o desenvolvimento de melhores scripts para automação e correção dos dados.

8. References

De Varine, H. (2012). *As raízes do futuro: patrimônio a serviço do desenvolvimento local*. Porto Alegre: Medianiz.

Reetz, D. (2010). Why in DIY Book Scanning, The. *NYL Sch. L. Rev.*, *55*, 251.