

APRIMORAMENTO INFORMÁTICO DE SISTEMA DE ANÁLISE DA ATIVIDADE LOCOMOTORA DE ROEDORES PARA ESTUDOS EXPERIMENTAIS NAS ÁREAS DA SAÚDE E BIOLÓGICAS

Franklin Leandro Acioly Lucena¹ ; Raul Manhães de Castro²

¹Estudante do Curso de Ciências da Computação – CIn – UFPE; E-mail: flal@cin.ufpe.br, ²Docente do Depto de Nutrição – CCS – UFPE. E-mail: raulmanhaesdecastro@gmail.com.

Sumário: O experimento de campo aberto é uma das formas de mensurar comportamentos de locomoção. Para este fim o Departamento de Nutrição da UFPE fez uso da tecnologia ao seu favor com o uso de um observador eletrônico. Porém o sistema de avaliação tinha alguns impasses que acabava complicando o uso e verificação de seus resultados. Mediante o uso da linguagem de programação C++, da biblioteca OpenCV 2.4.9 e do framework de interfaces Qt 5.3, foi reconstruído o software de avaliação do experimento. Foi possível projetar um software desenhado para uma maior precisão na obtenção de resultados de forma mais eficiente. Isto foi consequência da substituição do MatLab pelo C++ e o OpenCV. O Qt por sua vez forneceu ao programa toda interface intuitiva e de simples uso. Com essas ferramentas foi possível incrementar o experimento com novas avaliações, como, informações do comportamento do animal em diferentes áreas do campo e em diferentes momentos do experimento, e nova interface usuário máquina de entrada e saída de dados. Essa reconstrução traz ao experimento de campo aberto do Departamento de Nutrição otimizações de tempo e resultados, o que torna seu uso muito mais confiável e o mais adequado às suas necessidades.

Palavras-chave: aprimoramento informático; atividade locomotora; C++; roedores

INTRODUÇÃO

O estudo comportamental dos animais é de grande importância para a compreensão de seus costumes, e o desenvolvimento locomotor é parte importante do bom desenvolvimento dos animais (Barros et al., 2006). Diferentes métodos podem ser usados para o estudo da locomoção (Dunne et al., 2007; Noldus et al., 2001) e um dos métodos mais comuns para o estudo comportamental locomotor em animais é o experimento de Campo Aberto (CA). Avaliações de comportamento exibido no campo aberto pode ser feita através de análise observacional e pode ser automática (ou semi-automático) (Barros et al., 2006). Visando uma precisão maior na obtenção dos dados do experimento, o Departamento de Nutrição da UFPE tem projetos de automação desde 2006, com a união dos Departamentos de Nutrição, Engenharia Biomédica e Física desta universidade. A automação traz consigo a possibilidade de aprimorar os testes e torná-los mais complexos, além de otimizar a obtenção dos resultados. Como experimentos de longa duração não são triviais de serem analisados por observadores humanos e os dados captados por meio dessa abordagem tem baixa precisão, os observadores automáticos tornam-se interessante para realizar este tipo de trabalho. O principal objetivo deste projeto era o aprimoramento do sistema de análise dos experimento de CA já utilizado no dep. de Nutrição da UFPE. O sistema, originalmente construído em MatLab, foi refatorado em C++ com o uso da biblioteca de visão computacional OpenCV(OpenCV API Reference) e do framework para desenvolvimento de interface gráfica Qt (QT Project Documentation). O rastreamento do animal foi feito através de tratamento de imagem (OpenCV Image Processing) de forma mais sofisticada que a versão anterior. Os algoritmos foram todos revisados e otimizados,

com bons resultados finais e melhorias relevantes no tempo e no trabalho investido em todos os processos das análises..

MATERIAIS E MÉTODOS

Ferramentas usadas na aquisição dos resultados:

Todo o projeto foi desenvolvido em função de imagens captadas do experimento. É usada uma câmera de sensibilidade ao infravermelho para a captação dos vídeos, pois os ratos não conseguem perceber esta faixa do espectro, podendo assim estudá-los em períodos noturnos no qual estão ativos. A câmera se dispõe acima do campo e sobre o seu centro, com esta visão superior do campo conseguimos visualizar todo o campo e a disposição do animal, com o mínimo de distorção. O experimento faz uso de uma arena de 1 metro de diâmetro completamente negra. Um emborrachado negro ofusca a reflexão da luz do fundo do campo, para evitar erros no reconhecimento do animal. A captação das imagens é armazenada em formato .AVI ou .MPEG em disco. Desta forma todos os experimentos ficam documentados e armazenados de forma persistente. A outra parte da análise consiste na abertura do vídeo, nos ajustes e no fornecimento das informações necessárias para o correto funcionamento do programa.

Ferramentas usadas na construção do novo software:

A implementação foi feita na linguagem de programação C++ que possibilita melhor desempenho e maior liberdade na sua implementação, se comparado com o MatLab. Todo o reconhecimento e tratamento foi implementado com o uso da biblioteca OpenCV 2.4.9 (Open Source Computer Vision) (OpenCV API Reference). Com o uso de toda a sua otimização para o reconhecimento do animal no vídeo. A implementação da interface gráfica teve o uso do framework de interface gráfica Qt 5.03 (QT Project Documentation). Este já traz ferramentas para simplificar a implementação da camada de interface usuário máquina e na camada de manipulação de dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento de campo aberto do Departamento de Nutrição da UFPE já fazia uso da automação em sua documentação e análise. A automação na análise era feita através de softwares instalados no computador usado na pesquisa. Consistiam em três principais: Pico 2000, CapturaSeqAVI, MatLab. Foram encontrados comportamentos inesperados na revisão do programa (i.e. grandes erros de medida, ruídos e a falta de algumas funções para obter os dados). Para a correção foi necessária a calibração dos valores.

O programa desenvolvido anteriormente foi restaurado, pois estava perdendo algumas funcionalidades e foram feitas as correções das avaliações que não se adequavam à pesquisa. As correções foram codificadas diretamente no software, com o uso da base já herdada do programa. Para tornar mais claro, listamos os métodos modificados e criados:

- Raio: esta função retorna o raio da circunferência com área equivalente a ocupada pelo animal na imagem. Assim temos que a função raio retorna um valor diretamente proporcional ao tamanho do animal.
- Deslocamento: A avaliação do deslocamento do animal foi particionada em duas, Deslocamento Rotacional (retorna o valor em metros de toda a movimentação feita pelo animal na qual ele não ultrapassa a circunferência com o raio calculado pelo método Raio) e Deslocamento Real (retorna a distancia, em metros, desenvolvida pelo animal quando ele rompe os limites da circunferência centrada na ultima posição do animal).
- Velocidade Media: a função de velocidade média foi modificada, pois não era de interesse dos pesquisadores a velocidade média desenvolvida do animal em todo o vídeo, mas sim a velocidade media do Deslocamento Real do animal.

- Divisão do Campo em Áreas: O campo foi dividido em três zonas, a primeira é uma circunferência de raio 0,167, a segunda é uma coroa de raios 0,167 e 0,333, a terceira e última é uma coroa de raios 0,333 e 0,5 metros. Todos são concêntricos com campo formando camadas que cobrem toda a arena. Após a divisão temos acesso ao tempo em que o animal passa em cada área e quantidade de vezes que ele as transpassa.

Baseado nesse conhecimento adquirido começamos a implementação, visando principalmente obter resultados melhores em um menor período de tempo. Com esse objetivo em mente primeiro foi feita a otimização de tempo. O principal motivo da demora na análise dos vídeos eram as etapas por qual ele devia passar antes de ser analisado de fato. Podemos dividir a otimização em otimização de algoritmos e otimização de uso:

- Otimização do algoritmos: no antigo programa todos os parâmetros obtidos da análise eram feito através da chamada de um método, e cada chamada realizada a imagem era completamente reanalisada. Isso significa que a cada parâmetro ele “reanalisa” o vídeo. Este problema foi contornado apenas fazendo com que a imagem seja lida o menor número de vezes, para evitar repetições desnecessárias. Além disso, o C++ juntamente com o OpenCV trouxeram melhor rendimento ao programa, com otimizações no algoritmo de reconhecimento de imagens, na manipulação de suas variáveis e na implementação de seus métodos. Estas mudanças tornaram a análise de cada quadro aproximadamente 5 vezes mais rápida;

- Otimização de uso: Após ajustar os algoritmos, voltou-se para o tempo gasto nas várias etapas para começar a análise. Eliminou-se a necessidade de separar o vídeo em quadros, poupando tempo e memória. A máscara agora é feita de forma mais simples, permitindo aos usuários terem feedback instantâneo de suas ações. Isso garante a correção e ainda torna essa etapa mais intuitiva. Podemos agora visualizar a máscara aplicada à imagem, sabendo se está como o esperado. Ao entrar no modo Ajuste de Máscara, aparece uma tela auxiliar que mostra o que o programa irá considerar como animal. O acréscimo de barras de controle como as de contraste e Refinamento, capazes de ajustar o tratamento da imagem, tornaram mais precisas e deram mais liberdade para as avaliações. A possibilidade de criar um conjunto de análises para serem feitas. É a mudança mais impactante para o rendimento do pesquisador, pois anteriormente devia-se esperar acabar a análise de um vídeo para começar outro e refazer todos os passos. Com esta nova ferramenta ele cria esse conjunto de vídeos que devem ser valorados, preenche os dados de todos e pode ir fazer outro trabalho enquanto o programa analisa todos em sequência sem pausa. A saída dos dados é feita diretamente pelo programa para um arquivo que é interpretado pelo Excel, o que torna muito mais simples sua leitura. O usuário pode escolher os resultados que serão retornados, evitando cálculos desnecessários no momento de execução do programa. Também foi acrescentada a opção de analisar frações do experimento fornecendo mais detalhes no desenvolvimento do animal (i.e. o resultado da análise pode ser retornado mostrando as avaliações a cada intervalo de tempo dado pelo usuário).

Tem-se como projeções futuras o uso de bancos de dados ou alguma estrutura para o armazenamento de grandes volumes de informações como o Big Data (A, Katal et al., 2013), de forma que otimize a comparação dos dados já obtidos pelo programa, e o uso de aprendizado de máquina para o reconhecimento de padrões automático, como por exemplo padrões de comportamento do animal ou de mobilidade. Estas duas projeções têm grande valor agregado, pois são informações sutis, mas de grande relevância na análise dos dados.

CONCLUSÕES

A compreensão do comportamento animal é de fato importante para o entendimento das consequências de mudanças externas. O sistema foi reconstruído na linguagem de

programação C++ unido à biblioteca de visão computacional OpenCV e ao framework para desenvolvimento de interface gráfica Qt . Com essas ferramentas foi possível a implementação do software mais intuitivo, rápido e detalhado em sua análise. O incremento dos parâmetros de padrão de locomoção, número de paradas e número de intersecções entre áreas foi possível através da implementação de funções que analisam o posicionamento do animal no campo e a segmentação deste em subáreas, como foi visto. Com a nova interface implementada o experimento ganhou um tom muito mais intuitivo, possibilitando fácil manipulação de suas variáveis e obtenção de dados mais precisos. Além desses avanços permitidos pela nova implementação, foram reduzidos e simplificados os números de passos para a execução da análise, resultando em melhores resultados para a pesquisa. Outro objetivo alcançado foi o aprimoramento na entrada e saída de dados. Tornou-se mais simples a compreensão dos dados e a captura das imagens. E ainda tornou flexível o formato de saída, evitando avaliações desnecessárias para um estudo específico. Bons resultados e estrutura apropriada é importante para o estudo dos experimentos.

AGRADECIMENTOS

Ao Pibic/UFPE/CNPq pela concessão de bolsa e aos professores Pedro Machado Manhães de Castro (CIn) e Raquel da Silva Aragão (CAV).

REFERÊNCIAS

A., Katal.; M., Wazid.; R.H., Goudar,. Back to results big data: issues, challenges, tools and good practices. In: 2013 SIXTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON, 2013, Noida. Back to results big data: issues, challenges, tools and good practices: Noida. Noida: Contemporary Computing (ic3), 2013. p.404-409.

Barros KMFT, Manhães-De-Castro R, Sousa SL, Matos RJB, Deiró TCBJ, CabralFilho JE, et al. A regional model (Northeast Brazil) of induced malnutrition delays ontogeny of reflexes and locomotor activity in rats. *Nutrit Neurosci* 2006;9:99–104.

Dunne F, O'Halloran A, Kelly JP. Development of a home cage locomotor tracking system capable of detecting the stimulant and sedative properties of drugs in rats. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 2007;31(7):1456–63.

Noldus LPJJ, Spink AJ, Tegelenbosch RAJ. EthoVision: a versatile video tracking system for automation of behavioral experiments. *Behav Res Met Instr Comp* 2001;33(3):398–414.

OpenCV API Reference – Online, acesso em 08/08/2014 na url <http://docs.opencv.org/modules/refman.html>

OpenCV Image Processing – Online, acesso em 08/08/2014 na url <http://docs.opencv.org/master/modules/imgproc/doc/imgproc.html>

QT Project Documentation – Online, acesso em 08/08/2014 na url <http://qt-project.org/doc/>