

Extração de Atributos e Inferência Gramatical para Reconhecimento de Comportamentos em Animais

Bruno Brandoli Machado

1

1. Antecedentes e Justificativa

O estudo do comportamento animal é extremamente importante para aumentar o conhecimento sobre a diversidade e a complexidade dos costumes em *habitat* natural. Tais estudos fornecem pesquisas no desenvolvimento de terapias e novos fármacos. A observação do comportamento de animais de laboratório pode prover a extração de características relevantes na execução dos experimentos. O uso de animais em pesquisas permite que esses novos fármacos sejam testados em animais antes que sejam testados em seres humanos.

Em diversas pesquisas, o estudo do comportamento animal é feito de forma manual. Os registros manuais e a observação visual em experimentos podem ser realizados com um investimento relativamente baixo, em relação a observação automática. Porém, deve se considerar que o observador possui a necessidade de presenciar todo o experimento para obter as informações relevantes nas pesquisas. Dessa forma, o registro manual exige um trabalho exaustivo dos pesquisadores, que pode ser influenciado pela fadiga.

Com a automatização dos sistemas no monitoramento animal, proposto nesse trabalho, é possível fornecer uma estrutura confiável na aquisição de dados. A observação automática é particularmente apropriada para registrar os comportamentos que ocorrem momentaneamente após períodos longos, em que o observador humano é incapaz de estimar com exatidão as informações espaciais [Spink et al. 2001]. Um outro ponto significativo é proporcionar a gravação dos experimentos em vídeo, sendo possível a reprodução para a extração de novas características.

A extração de características tem por objetivo auxiliar no processo de tomada de decisões. Em imagens, as características são extraídas através de atributos podendo fornecer informações para que as imagens sejam agrupadas em classes. Criado este nível de abstração é possível o reconhecimento de padrões.

A habilidade com que o cérebro humano reconhece padrões é impressionante. Um padrão pode ser descrito como um conjunto distinto de características que podem ser diferenciadas e classificadas a partir de uma coleção de informações [Costa et al. 2002]. Estes padrões são baseados em níveis de cinza, combinação de cores, texturas e forma do objeto [Iivarinen et al. 1997, Duda et al. 2000]. O reconhecimento de padrões é uma das tarefas básicas e complexas em algumas aplicações da área de visão computacional.

A área de visão computacional é o conjunto de técnicas através das quais sistemas computadorizados podem ser capazes de interpretar imagens digitais [Forsyth and Ponce 2002]. O desenvolvimento de algoritmos computacionais capazes de extrair informações presentes em uma imagem é fortemente influenciado pela compreensão dos processos de aquisição de imagens.

Uma das aplicações do reconhecimento de padrões é a identificação de comportamentos de animais, sendo amplamente utilizados em experimentos de laboratório. Um comportamento a ser classificado é o movimento rotatório que o camundongo realiza após a submissão de fármacos. Um destes experimentos é o Campo Aberto [Eilam 2003], onde são realizados testes em animais (geralmente roedores) introduzidos em uma arena. A arena é geralmente uma área de forma circular, onde ocorrem os experimentos. No decorrer do experimento é feita a análise dos comportamentos apresentados pelo animal, que são considerados como um índice fundamental de seu comportamento geral.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um módulo automático que aplica métodos de extração e seleção de atributos na classificação de comportamentos em animais de laboratório. A classificação é alimentada por um ambiente de aquisição de imagens, utilizando algoritmos de inferência gramatical para produção das gramáticas, chamado de analisador sintático. As imagens ou amostras selecionadas para o treinamento e teste é um conjunto menor de imagens. Com as gramáticas induzidas são classificados os símbolos reconhecidos como os padrões. A implementação será na linguagem Java, em razão de sua portabilidade entre sistemas operacionais. Finalmente, o módulo será integrado ao sistema Topolino.

O sistema Topolino é um sistema automatizado que tem por objetivo o desenvolvimento de um software livre capaz de processar as imagens capturadas através de um dispositivo de baixo custo, como uma *webcam*. A etapa de processamento das imagens, realiza a extração automática das informações relevantes, utilizando técnicas de visão computacional para a análise de determinados comportamentos.

2. Objetivos

2.1. Geral

Desenvolver um módulo computacional que será integrado ao sistema Topolino, disponível como programas fonte-livres, capaz de extrair automaticamente características capturadas por um dispositivo de aquisição de imagens utilizando processos de indução gramatical no reconhecimento de padrões em experimentos com animais.

2.2. Específicos

1. Implementar um módulo de extração de atributos.
2. Desenvolver um sistema de classificação para o reconhecimento de padrões.
3. Criar um banco de imagens com exemplos de comportamentos.
4. Integrar o módulo desenvolvido com o sistema Topolino.
5. Produzir material didático e de divulgação do ambiente computacional.

3. Revisão de Literatura

3.1. Extração de Atributos

O desenvolvimento de um módulo que auxilie em uma tomada de decisão específica com uma quantidade reduzida de atributos são fundamentais na avaliação de uma decisão [Cook and Wolf 1998]. Dividir os atributos fundamentais dos irrelevantes é uma forma de reduzir a quantidade de atributos a serem utilizados para a classificação de padrões.

Uma das aplicações de extração de características é possibilitar a classificação em um conjunto grande de atributos. Isso ocorre em bancos de imagens, onde há uma grande quantidade de atributos armazenados, dos quais partes são relevantes e parte são irrelevantes.

Os atributos podem ser agrupados em três categorias [Cook and Wolf 1998]. Os atributos espectrais que são relacionados com a energia eletromagnética emitida ou refletida. Os atributos de contexto é descrito pela vizinhança de *pixels* ao invés da informação do *pixel* individual. A última categoria classifica os atributos espaciais que são compostos de textura, forma ou dimensão.

Em [Patrocínio et al. 2004] é elaborada a partir de imagens de mamogramas reais digitalizadas, uma metodologia para identificar lesões mamográficas (nódulos mamários). Para isso foram calculadas medidas dos atributos extraídos, a fim de quantizar a variação de intensidade dos pixels nas regiões de interesse (ROI) extraídas de mamogramas completos. Foram processadas 268 ROIs, dividido em quatro grupos, com algumas regiões contendo nódulos e outras não. Estas regiões passaram pelo procedimento de extração de atributos. Cerca de 17% das ROIs, foram agrupadas em classe que consideramos o resultado não confiável, por se tratar de uma região de interesse com padrão de intensidade baixo.

3.2. Inferência Gramatical

Uma gramática é um conjunto de seqüências de símbolos o qual infere um processo indutivo. O objetivo é construir uma gramática que gera uma linguagem desconhecida em um conjunto de cadeias [Sakakibara 1995], tornando uma caracterização de conjuntos de seqüências.

O estudo de inferência gramatical é dividido em dois métodos. Utilizando métodos de enumeração e métodos de construção. Na abordagem por enumeração, são listadas todas as gramáticas possíveis de uma determinada classe, e em seguida são escolhidas aquelas que podem ser utilizadas para gerar as cadeias da amostra finita. Na abordagem por construção, gramáticas são construídas diretamente de exemplos de treinamento [Sakakibara 1995].

3.3. Reconhecimento de Padrões

O reconhecimento de padrões é relatado como um sistema inteligente para o processo de tomada de decisão. O objetivo é classificar os objetos em um número de categorias ou classes. A capacidade de reconhecer padrões em uma imagem depende muito da quantidade de informações que se conhece de cada objeto [Iivarinen et al. 1997]. Logo, extrair características dos objetos é uma etapa fundamental para alcançar os objetivos no processo de reconhecimento de animais de laboratório.

Os objetos dependem da aplicação, podendo ser imagens, sinais em forma de ondas ou qualquer medida que se pretende classificar. Há diferentes métodos para classificação destes objetos. Os métodos sintáticos usam primitivas para descrever os objetos e gramáticas e grafos para a classificação [Costa et al. 2002, Lim et al. 1993]. Os métodos estatísticos utilizam redes bayesianas ou métodos de vizinhanças [Webb 2002]. O uso de métodos neurais determinam diferentes tipos de redes neurais [Schurmann 1996].

O reconhecimento de padrões sintático ou estruturais fornecem a habilidade de descrever padrões, em imagens de duas dimensões, que contenham informações estruturais [Lim et al. 1993]. A idéia geral é que uma imagem composta de conjuntos de padrões complexos, possa ser descrita em padrões mais simples.

A classificação dos métodos sintáticos segundo [Costa et al. 2002], são gramaticais ou gráficos. Os métodos gráficos usam grafos ou árvores em suas representações. Entretanto, métodos gramaticais usam autômatos e análise gramatical.

Em [Polidorio and Borges 1997] foi proposto um método automático de reconhecimento de caracteres alfanuméricos de placas de veículos. Foram utilizados dois grupos de primitivas. O primeiro grupo é composto por primitivas que representam um final de linha, o encontro e o cruzamento de duas linhas. Já o segundo grupo, refere-se à posição do atributo, sendo sua posição determinada por uma grade com quatro quadrantes, numeradas de 1 à 4, começando pelo quadrante superior esquerdo no sentido horário.

Em [Lim et al. 1993] foi apresentado um método sintático para classificar objetos em movimento nos ambientes domésticos. Os testes realizados foram com imagens onde no fundo se encontrava uma cortina e o objeto em movimento era o rosto de uma pessoa. As primitivas utilizadas foram formas quadráticas e a descrição dos objetos ou padrões foram baseadas no relacionamento entre essas formas. O sistema proposto consiste em três partes:

- Pré-Processamento – incluem a detecção do rosto com um método de diferença entre imagens e a descrição destes objetos usando um algoritmo de traçado de bordas.
- Processo UpWrite – extração de informações estruturais da imagem pré-processada, obtendo assim duas classes, uma classe para a cortina e uma classe para o rosto.
- Classificação – através de um processo de eliminação, onde a classe pertencente à cortina é eliminada, ficando assim apenas com a classe do rosto.

Em [Costa et al. 2002] um novo método de reconhecimento, baseado em autômatos adaptativos é apresentada. Padrões geométricos básicos, como triângulos e quadrados de diferentes tamanhos, foram apresentados para ilustrar o processo. O método é apropriado para robôs, onde seu objetivo é procurar alguns objetos ou posições sem a necessidade de detalhes dos objetos ou do ambiente.

4. Metodologia

Serão realizadas buscas em bibliotecas digitais com a finalidade de identificar bibliografias pertinentes às áreas aplicadas ao reconhecimento de padrões comportamentais de animais.

Antes da etapa de implementação serão avaliados os algoritmos de inferência gramatical aplicados ao problema de classificação. Isso no intuito de aumentar a eficiência do módulo.

A criação ou utilização de um banco de imagens existente é uma etapa de grande importância para realização de treinamento e teste do módulo desenvolvido. Este banco conterá imagens capturadas de experimentos com animais, sendo avaliado os resultados

produzidos pelo módulo em relação aos resultados definidos por um especialista na área de comportamento animal.

Para a implementação do módulo, serão reaproveitados pacotes livres já existentes, constituídos de programas na linguagem Java. O ImageJ, para o processamento digital de sinais. A biblioteca MICAL, para treinamento utilizando alguns algoritmos de inferência gramatical. A ferramenta Weka auxiliará na classificação de padrões e realização dos testes. O JMF, para manipulação de mídias digitais. Foi decidido o uso da linguagem Java para implementação do módulo, por ser um projeto de programação orientado a objetos, possuir boas ferramentas, abertas e gratuitas, com recursos disponíveis de documentação, e o fato de proporcionar uma alta portabilidade entre os sistemas operacionais.

Será utilizado um repositório, o SVN, para o sistema de versionamento de produção de códigos-fontes e o Trac, um sistema baseado em web para gerenciamento de projetos. Todos os fontes são disponibilizados neste repositório do Grupo de Pesquisa em Engenharia e Computação.

Abaixo segue a descrição das etapas metodológicas que compõem cada objetivo específico, pré-determinado na seção 2.2. na página 2.

1. Implementação de um módulo de extração de atributos.
 - (a) Estudo na elaboração de um módulo de extração de atributos.
 - (b) Análise de atributos em um conjunto de imagens de experimentos com animais.
 - (c) Pré-processamento do conjunto de imagens.
 - (d) Seleção das características relevantes agrupadas em classes.
 - (e) Extração de características fornecidas pelos atributos.
 - (f) Projeto, implementação e teste dos algoritmos para os diferentes heurísticas de extração.
 - (g) Identificação do melhor desempenho da extração de características, a partir das condições apresentadas.
2. Desenvolver um sistema de classificação para o reconhecimento de padrões.
 - (a) Estudo dos algoritmos de inferência gramatical.
 - (b) Construção de um classificador.
 - (c) Treinamento do classificador das imagens selecionadas.
 - (d) Teste dos algoritmos para o reconhecimento de padrões.
 - (e) Avaliação e identificação do melhor desempenho no reconhecimento de um padrão.
3. Criar um banco de imagens com exemplos de comportamentos.
 - (a) Entrevista com especialistas da área biológica com o objetivo de conhecer quais comportamentos são relevantes à pesquisa.
 - (b) Leitura de artigos relacionados aos comportamentos selecionados.
 - (c) Ambiente de aquisição de amostras através de uma webcam.
 - (d) Pré-processamento e extração dos atributos das imagens.
 - (e) Classificação manual das imagens.
4. Integrar os componentes do módulo desenvolvido com o sistema Topolino.
 - (a) Estudo do módulo implementado ao sistema Topolino.
 - (b) Verificação de erros do módulo integrado ao sistema Topolino.

Referências

- Cook, J. E. and Wolf, A. L. (1998). Discovering models of software processes from event-based data. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, 7(3):215–249.
- Costa, E. R., Hirakawa, A. R., and Neto, J. J. (2002). An adaptive alternative for syntactic pattern recognition. In *Proceeding of 3rd International Symposium on Robotics and Automation, ISRA*, volume 1-4, pages 409–413.
- Duda, R. O., Hart, P. E., and Stork, D. G. (2000). *Pattern Classification*. John Wiley & Sons, INC., USA.
- Eilam, D. (2003). Open-field behavior withstands drastic changes in arena size. *Behavioural Brain Research*, 142:53–62.
- Forsyth, D. A. and Ponce, J. (2002). *Computer Vision: A Modern Approach*. Prentice Hall. FOR d 02:1 1.Ex.
- Iivarinen, J., Peura, M., Sarela, J., and Visa, A. (1997). Comparison of combined shape descriptors for irregular objects. In Clark, A. F., editor, *BMVC97*, volume II, pages 430–439.
- Lim, S. G., deSilva, C. J. S., and Alder, M. (1993). Syntactic pattern classification of moving objects in a domestic environment. Technical Report CP93-07.
- Patrocínio, A. C., Schiabel, H., Romero, R. F., and Santos, V. T. (2004). Classificação de imagens mamográficas a partir de atributos de intensidade. *SBIS Sociedade Brasileira de Informática em Saúde*.
- Polidório, A. M. and Borges, D. L. (1997). Um método de reconhecimento sintático de caracteres para identificação de placas de veículos.
- Sakakibara, Y. (1995). Grammatical inference: An old and new paradigm. *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, 997:1–24.
- Schurmann, J. (1996). *Pattern Classification: A Unified View of Statistical and Neural Approaches*. John Wiley & Sons, New York, NY.
- Spink, A., Tegelenbosch, R., Buma, M., and Noldus, L. (2001). The ethovision video tracking system - a tool for behavior phenotyping of transgenic mice. pages 731–744.
- Webb, A. (2002). *Statistical Pattern Recognition*. John Wiley and Sons, Malvern, UK.