

Automatic Identification of Trees from Aerial Images of the Internet using Computer Vision

Heuber G. F. De Lima, Ronaldo Martins da Costa, Anderson da Silva Soares, Gustavo Teodoro Laureano

Instituto de Informática - Universidade Federal de Goiás
{heber.lima; ronaldomc12; engsoares; gustavoengdm}@gmail.com

Abstract - The electrical distribution is a fundamental activity, since many people depend on this service. Failures occur in the distribution system from various factors that can damage the system and, therefore, interrupt the power supply. A major cause of the interruption in the supply of electrical energy are the trees, in most cases, are located under the distribution network. In order to prevent the trees can force or even cause breakage of distribution cables are made pruning of trees that have some kind of risk to the network. However, this activity is usually manual and teams must scour the entire network to identify problems. The purpose of this work is automatically identify trees using computer vision from free aerial images provided by Google Earth, so that in future work the trees potentially harmful to the distribution network can be identified.

Keywords— *Pattern recognition, computer vision, tree identification*

I. INTRODUÇÃO

Geração, Transmissão e Distribuição são conceitos diferentes no âmbito das concessionárias de energia. Os cabos aéreos presentes nas ruas das cidades formam as redes de distribuição. Transformadores, postes, cabos, religadores entre outros equipamentos fazem parte da chamada Rede de Distribuição de Energia [1].

Vários fatores podem gerar problemas que afetam a distribuição de energia, tais como: árvores que forçam a rede fazendo com que os cabos se toquem ocasionando curto circuito, sobrecarga do sistema em função de um elevado consumo ou até mesmo rompimento dos cabos em função de agentes externos são alguns dos fatores geradores de problemas na rede [2].

As concessionárias possuem rotinas e procedimentos padronizados para a contenção da maioria destes problemas, inclusive com equipamentos automatizados, como é o caso dos religadores automáticos[2][3][4][5]. Para a contenção de problemas relacionados à árvores as concessionárias realizam a poda periódica das árvores que estão junto à rede de distribuição. Em geral, o serviço de poda se dá através de cortes programados e através da reclamação de consumidores. Em geral a poda é promovida nas árvores que atrapalham a rede. Entretanto, o controle deste tipo de prevenção é todo manual, ou seja, as equipes precisam percorrer a rede em busca de possíveis problemas, o que gera um gasto excessivo de tempo, recursos e de material humano [1][2][4][5].

As agências de controle da qualidade e fornecimento da energia elétrica, de certa forma costumam estabelecer compensações para os consumidores que tiveram seu o fornecimento de energia elétrico prejudicado. Algumas estabelecem ainda limites para esses indicadores e quando há violação desses limites, a distribuidora deve compensar financeiramente o consumidor [6][7][8]

Um método de identificação automática de árvores seria de grande auxílio na identificação e antecipação de possíveis problemas com árvores e a rede de distribuição de energia. Mas um sistema dessa natureza não se restringe apenas a essa finalidade. Um outro exemplo é a utilização desse tipo de ferramenta na segurança pública, para prevenção de acidentes ou no planejamento e controle da vegetação em grandes centros urbanos. Na agricultura, este tipo de aplicação pode ser utilizado para dimensionamento e controle de culturas [5][9][10][11][12].

Em outros trabalhos correlatos as propostas demandam recursos onerosos, como em [13], onde a proposta é identificar as árvores a partir de um Scanner Terrestre Laser (TLS em Inglês), equipamento que tem um custo elevado. A proposta deste trabalho é utilizar recursos que estão gratuitamente disponíveis na internet, como o caso do Google Earth. Já [14], [15], [16], [17] e [18] propõem o reconhecimento de árvores por meio da identificação da textura ou formato das folhas que seria inviável do ponto de vista de imagens aéreas gratuitas.

A proposta desse trabalho é apresentar um processo de identificação automática de árvores através do processamento de imagens captadas de aplicações como o Google Earth e utilização de algoritmos de visão computacional. O objetivo da proposta é propiciar que sejam identificadas as árvores nessas imagens, para que em trabalhos futuros, essa identificação possa ser relacionada às árvores que potencialmente prejudicariam a rede de distribuição de energia. Dessa forma com a adoção desse processo as concessionárias de energia poderão otimizar os seus recursos na poda programada das árvores possibilitando que as equipes da poda possam ser melhor programadas e destacadas, tudo isso a partir de uma imagem de satélite disponibilizada gratuitamente.

II. PROPOSTA PARA DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE ÁRVORES ATRAVÉS DE IMAGENS AÉREAS

A proposta para a identificação de árvores a partir de uma imagem obtida é demonstrada na Figura 1.

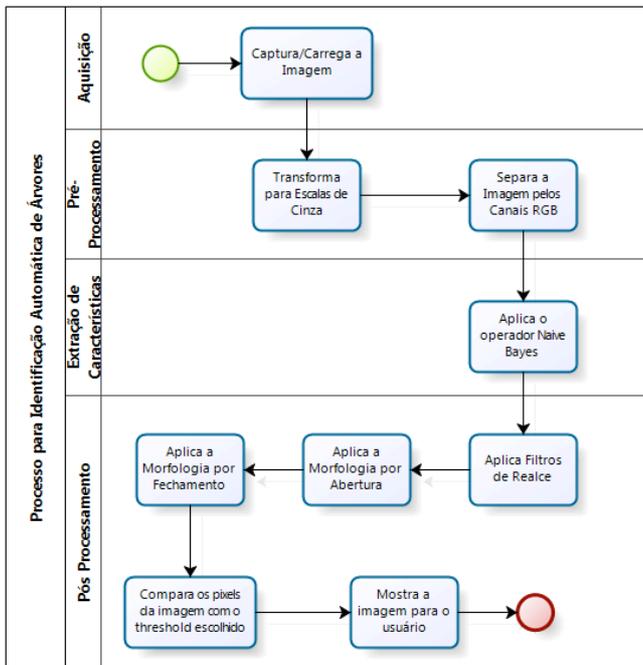


Fig. 1. Proposta de Arranjo para a Identificação Automática de Árvores

A proposta apresentada é um modelo baseado na adoção de diversas metodologias de diferentes áreas e níveis de atuação, com o objetivo de criar um modelo estruturado e que consiga reunir as várias vantagens de cada metodologia escolhida, integrando-as. Segundo os autores de trabalhos correlatos, como [19][20][21][22][23] esses seriam os passos para capturar, processar e identificar corretamente uma árvore em uma imagem digital.

A. Captura/Carrega a Imagem

Trata de capturar as imagens a partir de uma aplicação que visualize imagens de satélite do Google Earth. O processo de aquisição das imagens foi dividido em duas etapas:

- Treinamento
- Processamento

Para o treinamento, a partir de imagens que possuem árvores bem definidas, foi feito o recorte dessas árvores para identificar os parâmetros que classificam corretamente uma árvore. Um exemplo desse tipo de recorte pode ser visto na figura 2.

O processamento foi realizado em imagens aéreas, de zonas urbanas onde o objetivo é identificar automaticamente as árvores presentes nas imagens. Para efeito de testes laboratoriais foram escolhidas, aleatoriamente, imagens de regiões urbanas que continham árvores a serem identificadas. Um exemplo de imagem para o processamento pode ser visto na figura 3.

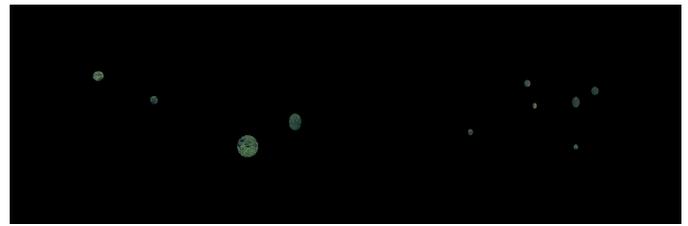


Fig. 2. Exemplo de Imagens de Recorte para o Treinamento da Proposta



Fig. 3. Exemplo de Imagens para o Processamento

B. Transforma para Escalas de Cinza

Passo fundamental para se processar imagens digitais é transformá-la em uma escala de tons de cinza [10][24]. A imagem digital em nível de cinza obtida a partir da imagem original é uma imagem na qual o valor de cada pixel é uma única amostra de um espaço de cores. Imagens desse tipo são tipicamente compostas com tons de cinza, variando entre o preto como a menor intensidade e o branco como maior intensidade [25][26].

C. Separar a Imagem pelos Canais RGB

O objetivo é identificar a quantidade de cores em cada um dos canais do RGB, presentes em cada um dos pixels da imagem. A imagem de entrada, obtida no passo 1, possui três bandas, sendo que cada uma delas representa um dos componentes do seu modo de cor. No caso deste trabalho a imagem, que era do modo RGB, seria comparada, pixel a pixel, com os níveis de cores obtidos no treinamento da imagem de recorte. De acordo com [19], esse método, obviamente, combinado com outros procedimentos, podem levar a um nível de acerto de 96% nas áreas analisadas.

D. Aplica o Operador Naive Bayes

O objetivo desse passo é identificar a função que normaliza os níveis de intensidade de cada uma das cores em cada um dos pixels da imagem em questão. Para tanto é necessário achar os valores médios e o desvio padrão de cada uma das cores. O resultado do processamento de uma determinada imagem, aplicado o operador de *Naive Bayes* pode ser acompanhado com a geração de um gráfico das

Gaussianas, onde cada curva representa as cores RGB (*red*, *green* e *blue*), conforme a figura 4.

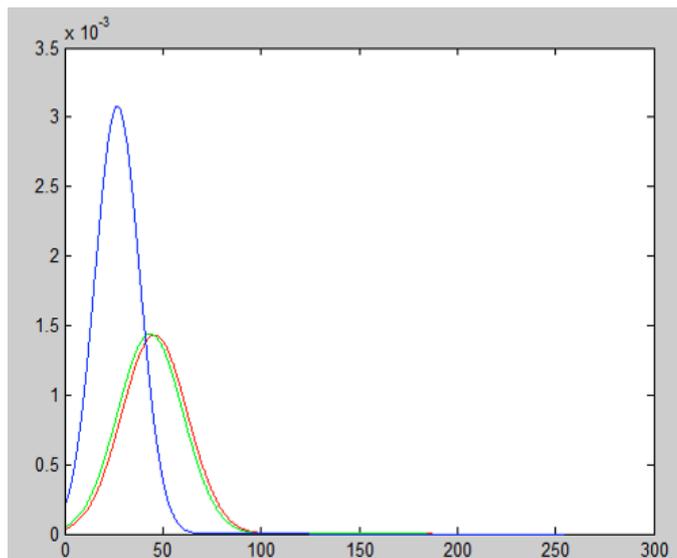


Fig. 4. Gráfico das Gaussianas Geradas a partir dos Níveis de Vermelho, Verde e Azul da Imagem de Treinamento.

No gráfico é possível observar quais os níveis de cada uma das cores na imagem do treinamento. Após esse processamento é feita a verificação se a imagem do processamento se encaixa dentro dos limites de cada uma das cores obtidos no treinamento.

E. Aplicar Filtros de Realce

As técnicas de filtragem são transformações da imagem pixel a pixel, que não dependem apenas do nível de cinza de um determinado pixel, mas também do valor dos níveis de cinza dos pixels vizinhos [27].

F. Aplica a Morfologia por Abertura

A abertura em geral suaviza o contorno de uma imagem, quebra estreitos e elimina proeminências delgadas, a operação de abertura é usada também para remover ruídos da imagem [27][28][29].

G. Aplica a Morfologia por fechamento

O fechamento funde pequenas quebras e alargas golfos estreitos elimina pequenos orifícios, se uma abertura cria pequenos vazios na imagem, um fechamento irá preencher ou fechar os vazios [27][28][29].

H. Compara os pixels da imagem com o threshold escolhido

O objetivo desse passo é identificar, com base no limiar escolhido, qual pixel estaria dentro da faixa de valores possíveis que foram processados anteriormente [25][30]. O limiar é gerado por um gerador automático de hipóteses que consideram que um determinado pixel pode ou não ser uma árvore.

I. Mostra a imagem para o usuário

É o passo final. Mostra a imagem processada para o usuário.

III. RESULTADOS DA PROPOSTA

De acordo com a proposta apresentada, foram feitos vários testes e processamentos para verificar o nível de acurácia do arranjo proposto.

A princípio foram selecionadas 50 imagens das mais variadas regiões urbanas, e para cada região escolhida foi selecionado um recorte para o treinamento do algoritmo. Para cada imagem selecionada, contou-se manualmente as árvores presentes. Para efeitos de contagem, as árvores que aparentemente parecem ser uma só, ou seja, que possuem as copas ligadas, foram contabilizadas somente uma vez. Em seguida foi feito o processamento e apresentado o resultado final mostrando as árvores marcadas na imagem. Diante do resultado apresentado, foi refeita a contagem das árvores marcadas e contabilizadas a fim de se identificar as possíveis discrepâncias em relação à contagem inicial. Para efeitos de demonstração dos resultados, a seguir é mostrado o resultado do processamento de 10 imagens da cidade de Goiânia, capital do estado de Goiás, Brasil separados dentre os 50 testes realizados.

TABLE I. RESULTADO DO PROCESSAMENTO.

Resultado do Processamento das Imagens da Cidade de Goiânia, Goiás, Brasil					
Imagem	Qtde. Árvores (Contagem Manual)	Qtde. Árvores Detectadas	Falsos Positivos	Verdadeiros Positivos	Verdadeiros Negativos
1	22	22	3	22	0
2	15	13	2	13	2
3	19	18	4	18	1
4	18	17	4	17	1
5	45	42	3	42	3
6	32	30	4	30	2
7	42	35	2	35	7
8	18	18	10	18	0
9	33	30	3	30	3
10	14	14	0	14	0
Média	26	24	3,5	24	2

Considerando todas as 50 imagens, os valores médios encontrados são mostrados na Tabela II.

TABLE II. RESULTADO DO PROCESSAMENTO.

Total de Imagem	Qtde. Média de Árvores (Contagem Manual)	Qtde. Média de Árvores Detectadas	Média de Falsos Positivos	Média de Verdadeiros Positivos	Média de Verdadeiros Negativos
50	18	17	2	17	1

Nas figuras de 5, 6 e 7 é possível observar casos de imagens de bairros predominantemente residenciais, com cores bem definidas, com imagens de boa qualidade e com poucas sombras. Nestes casos o algoritmo conseguiu identificar as árvores com baixo nível de ruído, ou seja, com poucos falsos positivos. As árvores estão destacadas na imagem produzida ao final do processamento.

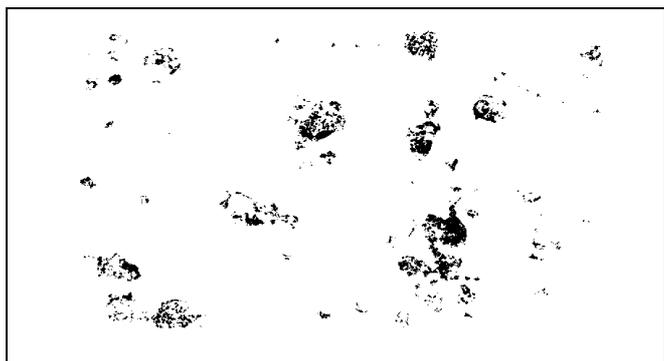


Fig. 5. (a) Imagem Original e (b) Final do Processamento

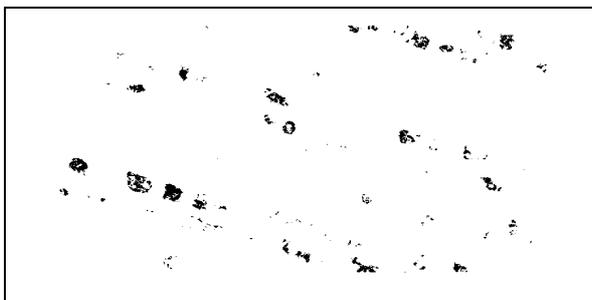
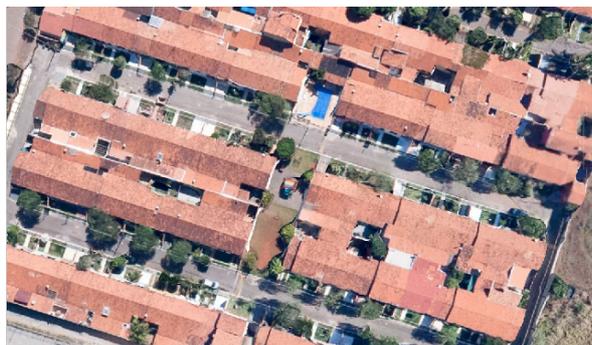


Fig. 6. (a) Imagem Original e (b) Final do Processamento

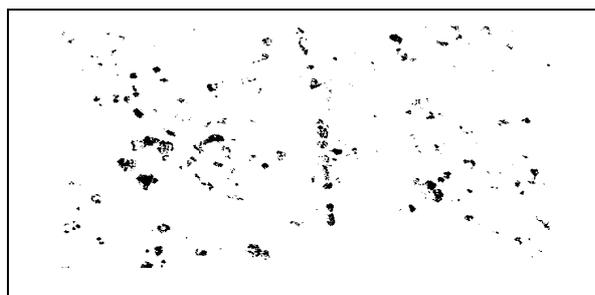


Fig. 7. (a) Imagem Original e (b) Final do Processamento

Na proposta foram aplicados os métodos apresentados conforme o processo estabelecido e obtidos resultados satisfatórios em cenários com boa qualidade das imagens. Imagens que apresentam cores padronizadas e pouca sombra. As sombras são produzidas por elementos com altura considerável ou que ainda a imagem tenha sido obtida em horários muito diferentes; ou seja, com o sol incidindo em diferentes ângulos, produzindo sombras nas imagens.

O método proposto ainda não distingue onde a árvore estaria localizada. O interessante seria que o método identificasse somente as árvores que estivessem próximas da rede de distribuição, localizadas nas calçadas dos bairros. Em trabalhos futuros, pretendemos identificar somente as árvores potencialmente prejudiciais à rede, ou seja, as que poderiam causar curtos ou rompimento da rede de distribuição. Para esse fim será necessário, além de identificar o posicionamento das árvores, mas também identificar a altura e o tamanho das copas das árvores.

IV. CONCLUSÃO

Entende-se que o processo para a identificação de árvores a partir de imagens obtidas no *Google Earth*, versão gratuita, é algo complexo uma vez que não existe uma padronização da qualidade da imagem. Outro fator, que é intrínseco ao problema, é a quantidade de informações presentes nas imagens: Prédios altos que geram muitas sombras, casas com telhados das mais variadas cores, lotes vagos, arbustos, entre outros, são os fatores que dificultam o processamento e a identificação das árvores nas imagens. Existe ainda o fato das funções utilizadas precisarem ser calibradas com os mais variados parâmetros. Não foram encontrados na literatura exemplos de projetos que demonstrassem essa calibração. A calibração das funções foram obtidas através de experimentos de laboratório. Outro fator complicador no sucesso da identificação automática está na ordem de execução das funções de tratamento das imagens. A ordem das funções também influencia, em muito, o resultado final.

Finalmente, a identificação automática das árvores, mesmo sendo um problema complexo, este processo proposto consegue identificar as árvores dentro do contexto da imagem selecionada, observados os testes executados. Ou seja, dentro dos exemplos testados em laboratório, com parâmetros, comportamentos e limites definidos os resultados foram bastante satisfatórios. Entretanto, em função dos níveis de ruído encontrados em alguns dos experimentos, seria interessante partir para soluções onde a plataforma a ser utilizada, por exemplo, seja a versão profissional do *Google Earth Pro*. A versão profissional, que está disponível gratuitamente desde 20 de janeiro de 2015, além da qualidade da imagem ser superior ao da versão gratuita, ela possui outros recursos e ferramentas que facilitaria, por exemplo, a identificação do estado da copa de uma árvore.

Para os trabalhos futuros é importante identificar as árvores que estão posicionadas especificamente próximas a rede de distribuição, bem como marcar as árvores mais propensas a causar problemas na rede.

REFERENCES

- [1] Kagan, N., de Oliveira, C.C.C.B. & Robba, E.J., 2005. Introdução aos sistemas de distribuição de energia elétrica, Edgard Blucher
- [2] Projeto SCOM 02, Comitê de Distribuição, "Manutenção de Sistemas de Distribuição", CELG – Centrais Elétricas de Goiás, 1988
- [3] NTC20, Setor de Normatização Técnica, "Religadores Automáticos", CELG – Centrais Elétricas de Goiás
- [4] Projeto SCOM 08, Comitê de Distribuição, "Critérios para a Manutenção de Rede de Distribuição", CELG – Centrais Elétricas de Goiás, 1988
- [5] Projeto SCOM 20, Comitê de Distribuição, "Rotinas Básicas para a Manutenção de Rede de Distribuição", CELG – Centrais Elétricas de Goiás, 1988
- [6] ANEEL, 2013, "Monitoramento da Qualidade – DEC e FEC", Superintendência de Fiscalização e Serviços de Eletricidade, 2013
- [7] ANEEL, 2014, "Indicadores de Fornecimento ANEEL", Agencia Nacional de Energia Elétrica, 2014
- [8] ANEEL, 2011, "Resolução Normativa No 469", Agencia Nacional de Energia Elétrica, 2011
- [9] Gougeon, F. A., "A crown-falling approach to the automatic delineation of individual tree crowns in high spatial resolution aerial images," *Can. J. Remote Sens.*, vol. 21, pp. 274–284, 1995.
- [10] Gougeon, F. A. and Leckie, D. G., "The individual tree crown approach applied to Ikonos images of a coniferous plantation area," *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, vol. 72, Nov. 2006.
- [11] Ke, Y. and Quackenbush, L. J., "Forest species classification and tree crown delineation using QuickBird imagery," in *Proc. ASPRS Annu. Conf.*, Tampa, FL, 2007.
- [12] Pinz, A. J., "A computer vision system for recognition of trees in aerial photographs," in *Proc. Int. Assoc. Pattern Recognit.*, 1991.
- [13] Othmania, A. A., Voona, L. F. C. L. Y., Stolza, C. e Pibouleb, A. 2013, "Single tree species classification from Terrestrial Laser Scanning data for forest inventory", 2013.
- [14] Backes, A. R. and Bruno, O. M., "A new approach to estimate fractal dimension of texture images." In *International Conference on Image and Signal Processing*, 2008.
- [15] Idrissa, M. and Acheroy, M., "Texture classification using gabor filters. *Pattern Recognition Letters*", 2002.
- [16] Jain, A. K., Farrokhnia, F., "Unsupervised texture segmentation using gabor filters. *Pattern Recognition*, 1991.
- [17] Lee, C. L. and Chen, S. Y. "Classification of leaf images. *International Journal of Imaging Systems and Technology*", 2006.
- [18] Wang, Z., Chi, Z., and Feng, D. D., "Shape based leaf image retrieval", *IEEE Proceedings on Vision Image and Signal Processing*, 2003.
- [19] Casanova D., "Identificação de Espécies Vegetais por meio da análise da textura foliar", 2008.
- [20] Galloway, M. M., "Texture analysis using gray level run lengths. *Computer graphics and image processing*, Elsevier", v. 4, n. 2, 1975.
- [21] Haralick, R. M., Shanmugam, K., Dinstein, I. H., "Textural features for image classification. *Systems, Man and Cybernetics*", *IEEE Transactions on*, IEEE, n. 6, 1973.
- [22] Paes, F. C., Pinto, S. A. F, Dutra, F. V, "Um estudo exploratório para obtenção de índices de qualidade de vida urbana (iqv) utilizando imagens de alta resolução do Satélite ikonos ii", 2006.
- [23] Tzionas, P., Papadakis, S., and Manolakis, D., "Plant leaves classification based on morphological features and a fuzzy surface selection technique". In *5th International Conference on Technology and Automation*, 2005.
- [24] Brandtberg, T. Walter, F., "Automated delineation of individual tree crowns in high spatial resolution aerial images by multiple-scale analysis," *Mach. Vis. Appl.*, vol. 11, no. 2, Oct. 1998.
- [25] Chen, C. H., Pau, L. F. and Wang, P. S. P., "Handbook of Pattern Recognition and Computer Vision." *World Scientific*, 1992.
- [26] Otsu, N., "A threshold selection method from gray level histograms", *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 1979.
- [27] Gonzalez, R. C., Woods R. E., Eddins S. L.; *Digital Image Processing Using Matlab*, Pearson Education, 2010.
- [28] Filho, O. M., *Processamento Digital de Imagens*, 3ª Ed., Pearson Education, 2011.
- [29] Gonzalez, R.C., Woods, R.E., *Processamento de Imagens Digitais*. Ed. Edgard Blücher, 2000.
- [30] Fukunaga, K., "Introduction to Statistical Pattern Recognition", *Academic Press*, 1990.