1- INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta um estudo de sistemas de reconhecimento de caracteres onde são empregadas técnicas especiais, como é o caso da utilização das redes neurais. Mas o que vem a ser um sistema de reconhecimento de caracteres, e por que é importante reconhecer caracteres? O que são e para que servem as redes neurais? Um dos objetivos deste trabalho é o esclarecimento destas perguntas através de uma dissertação sobre estes temas, possibilitando ao leitor um entendimento geral sobre tais assuntos. Além de abordar estes temas, como objetivo principal, será apresentada uma proposta de implementação de um sistema completo de reconhecimento de caracteres, sendo descrita a implementação de um protótipo deste sistema.

Um sistema de reconhecimento de caracteres permite que o computador possa adquirir informações através da "leitura" de textos, ou seja, ao invés de entrar as informações pelo teclado, é possível implementar um sistema computadorizado, associado a um dispositivo ótico, para a aquisição automática de informações descritas sob a forma textual.

Os sistemas de reconhecimento de caracteres possuem uma grande importância junto ao processamento de dados. Isto é devido ao fato da linguagem escrita ser a forma mais usual do ser humano armazenar e transmitir informações. Basicamente as duas formas de comunicação mais utilizadas pelo ser humano são a fala e a escrita, sendo que ambas possuem uma inestimável importância na aquisição, difusão e aprimoramento dos conhecimentos humanos. A partir destas constatações, chegamos à conclusão que as duas formas mais naturais e adequadas de interface entre homem-máquina, são através da escrita e da fala. Sistemas que permitam a troca de informações com o ser humano através de uma destas formas, são sistemas que possibilitam uma alta interação homem-máquina, e sua principal vantagem é o fato de ser desnecessário o ser humano alterar o seu comportamento frente a uma máquina, para poder ter acesso a esta.

A linguagem falada, na época atual, ainda é uma forma de interação que possui muitas dificuldades de implementação prática. Por isso, atualmente os sistemas de aquisição de informações textuais, que são mais viáveis, tem crescido muito em sua utilização prática. Encontra-se atualmente o emprego de sistemas de reconhecimento de caracteres desde os níveis empresariais, onde o volume de informações é muito grande, até em aplicações domésticas. Estes sistemas estão se tornando cada vez mais difundidos conforme demonstram [DIE 91, JOC 91, FAL 88 e KAN 89]. E foi baseando-se em fatos como estes que surgiu a motivação do desenvolvimento deste trabalho.

Além de servirem como uma forma alternativa de interação homem-máquina, os sistemas de reconhecimento de caracteres tem sido muito utilizados também devido a sua alta capacidade de compactação de imagens textuais. Este caso se aplica muito na utilização de sistemas de *fac-símile* para transmissão de textos. Através do reconhecimento dos caracteres, em uma imagem a ser transmitida por este tipo de equipamento, pode-se obter uma ótima compactação das informações, resultando em uma grande economia (menor número de informações transmitidas). Estes conceitos, superficialmente decritos acima, serão esclarecidos de uma forma mais detalhada posteriormente neste trabalho.

As redes neurais são um novo paradigma de desenvolvimento de sistemas, que tem se difundido muito na atualidade. As redes neurais tem se apresentado como uma solução muito adequada para sistemas de reconhecimento de padrões, como é o caso de um sistema de reconhecimento de caracteres, onde os padrões a serem reconhecidos são os próprios caracteres. Esta característica, a ser demonstrada em maiores detalhes posteriormente, foi o que levou ao estudo e emprego das redes neurais junto a este trabalho.

Além de serem apresentados temas como os sistemas de reconhecimento de caracteres e as redes neurais, também será abordado o projeto completo de um destes sistemas.

O sistema descrito, cujo protótipo foi desenvolvido junto a este trabalho, é denominado de **Sistema N^2OCR**. O nome N^2OCR é a sigla que representa o sistema para reconhecimento ótico de caracteres através de redes neurais - *Neural Network for Optical Character Recognition*. Este sistema é constituído por vários módulos que implementam as tarefas desde a entrada das imagens de um texto até o reconhecimento dos caracteres (textos impresssos com múltiplas fontes). O reconhecimento dos caracteres é implementado através do emprego de uma rede neural. A rede neural que implementa o reconhecimento de caracteres foi desenvolvida a partir dos modelos estudados (descritos no capítulo 4), constituindo uma proposta original, criada pelo autor, para a solução do problema de reconhecimento de caracteres.

Este trabalho se divide em um total de sete capítulos. Os capítulos 1 e 7 são referentes à introdução e à conclusão do assunto. Os demais capítulos abordam os temas referentes aos assuntos descritos acima.

O capítulo 2 apresenta uma introdução ao processamento de imagens, onde são destacados os principais aspectos referentes à aquisição de imagens de textos, tratamento destas imagens e técnicas tradicionais de reconhecimento de padrões empregadas junto ao processamento de imagens.

O capítulo 3 aborda os sistemas de reconhecimento de caracteres, onde é apresentado um estudo a respeito dos diferentes tipos de sistemas utilizados para este fim, bem como métodos de avaliação de desempenho, etapas de processamento, técnicas e algoritmos empregados nos sistemas tradicionais, e, ao final, é feita uma avaliação geral dos problemas e tendências de tais sistemas.

O capítulo 4 é dedicado a um estudo sobre as redes neurais. Neste capítulo são apresentados os principais conceitos a respeito desta área de estudos, modelos de redes neurais de destaque na atualidade, bem como a caracterização

de cada um destes modelos em termos de propriedades e capacidade para o emprego junto ao reconhecimento de padrões.

O capítulo 5 apresenta o projeto completo de um sistema de reconhecimento de caracteres. É apresentado o sistema N^2OCR, que engloba as etapas de captura da imagem, tratamento desta, preparação dos dados para a rede neural e utilização da rede neural. Neste capítulo é proposto um modelo específico de rede neural, desenvolvido para aplicações de reconhecimento de caracteres. Também é descrita a implementação do protótipo do sistema N^2OCR.

O capítulo 6 apresenta as perspectivas de evolução do sistema N^2OCR. São apresentadas as possíveis extensões do sistema através da ampliação de suas potencialidades, além dos resultados em termos da criação de novos projetos de pesquisas em desenvolvimento junto ao CPGCC-UFRGS.

Os capítulos de 2 a 4 apresentam uma introdução aos assuntos de processamento de imagens, reconhecimento de caracteres e redes neurais respectivamente. O leitor que já possuir conhecimentos bem fundamentados sobre algum destes itens pode avançar diretamente para os capítulos seguintes. A partir do capítulo 5 são descritas as propostas originais do autor, sendo os capítulos anteriores uma revisão de aspectos básicos relevantes para a compreensão completa do trabalho desenvolvido.

O protótipo do sistema N^2OCR foi implementado em equipamentos do tipo IBM-PC compatíveis, sendo desenvolvido na linguagem "C" sob o sistema operacional MS-DOS. Este sistema pode ser portado para outras máquinas, sendo que o simulador da rede neural já foi adaptado para ser utilizado em estações de trabalho SUN SparcStation.