

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
CURSO DE MESTRADO EM SISTEMAS DE COMPUTAÇÃO

MATÉRIA DE SISTEMAS INTELIGENTES
PROF.DR.JOÃO LUÍS GARCIA ROSA

PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL (PLN)

ALUNO: Marvin Oliver Schneider

CAMPINAS
2001

1. INTRODUÇÃO	1
2. RECONHECIMENTO DE VOZ	1
2.1. INTRODUÇÃO.....	1
2.2. OBJETIVO	2
2.3. DISCIPLINAS ENVOLVIDAS	2
2.4. HISTÓRICO	2
2.5. SISTEMAS ATUAIS	3
2.5.1. <i>Sistemas de Voz Discreta</i>	3
2.5.2. <i>Sistemas de Voz Contínua</i>	3
2.6. PROBLEMAS CONHECIDOS.....	3
2.7. TECNOLOGIAS	4
2.7.1. <i>Comparação de Padrões</i>	4
2.7.2. <i>Hidden Markov</i>	5
2.7.3. <i>Rede Neural</i>	5
2.8. VISÕES PARA O FUTURO	6
3. RECONHECIMENTO DE ESCRITA	6
3.1. INTRODUÇÃO.....	6
3.2. OBJETIVO	6
3.3. PRODUTOS E TECNOLOGIA	6
3.4. APLICAÇÃO DE REDES NEURAIIS.....	7
4. PRODUÇÃO DE VOZ A PARTIR DE TEXTO	8
4.1. OBJETIVOS E PRODUTOS.....	8
4.2. APLICAÇÃO DE REDES NEURAIIS.....	8
5. ANÁLISE DE TEXTO	8
5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	8
5.2. PROCESSO TRADICIONAL	8
5.2.1. <i>Análise Léxica</i>	8
5.2.2. <i>Análise Sintática</i>	10
5.2.3. <i>Análise Semântica</i>	10
5.3. UTILIZAÇÃO DE REDE NEURAIIS	11
5.3.1. <i>Utilização de Redes Feedforward</i>	11
5.3.2. <i>Utilização de Rede Recorrentes</i>	11
5.3.3. <i>Experiência com Redes Recorrentes</i>	13

5.3.4. <i>Microfeature Representation</i>	14
5.4. APLICAÇÕES.....	14
5.4.1. <i>Correção e resumos de textos</i>	14
5.4.2. <i>Tradutores automáticos</i>	15
5.4.3. <i>Compiladores</i>	15
6. PROJETO DE PROGRAMAÇÃO.....	15
6.1. INFORMAÇÕES GERAIS	15
6.2. LIMITAÇÕES E CARACTERÍSTICAS	15
6.3. SCREENSHOTS E UTILIZAÇÃO DO SISTEMA.....	16
7. CONCLUSÃO	22
8. BIBLIOGRAFIA.....	22
9. OBRAS CONSULTADAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

Seres humanos conversam utilizando uma língua – e isso desde os primeiros *homo sapiens* na face da terra. A língua falada é um meio bastante rico de comunicação. Ele não apenas proporciona o fornecimento de informações, mas também pode expressar sentimentos e até dar um sentido contrário ao óbvio, utilizando a entonação. [Jung, 1999] [Rosa4, 1995]

A escrita não tem uma história tão longa – é possível observar suas raízes no antigo Egito. Naquela época usavam-se símbolos para palavras e quem sabia escrever já tinha um bom lugar reservado na sociedade.

No início do século passado os computadores pessoais surgiram. Então nós nos comunicávamos com eles através de um teclado – uma forma bastante artificial e complicada. Outros meios como mouse, touch-screen etc. já foram desenvolvidos, porém, estes meios não revolucionaram a maneira de acesso.

Neste ambiente poucos anos atrás surgiram os primeiros produtos de reconhecimento de voz, escrita etc. Até hoje muitas pessoas não acreditam que essas ferramentas realmente possam substituir a maneira “normal” de operar um microcomputador, provavelmente porque as implementações atuais têm falhas grandes e se assume que uma certa “inteligência humana” é necessária.

Exatamente isto é o ponto de partida para a utilização de uma nova tecnologia dentro Processamento de Linguagens Naturais: Redes Neurais.

2. RECONHECIMENTO DE VOZ

2.1. Introdução

Há algum tempo o reconhecimento de língua tem sido um assunto de ficção científica. Assim foi normal para o Sr. Spok de Jornada nas Estrelas dar comandos para o computador em voz alta. O legendário computador HAL em “Odisséia no Espaço” até conseguia ler os lábios. Até hoje as pesquisas não chegaram neste

ponto, mas muito se evoluiu nos últimos anos no desenvolvimento de aplicações de reconhecimento de língua [linguatec, 2001] [Wood, 2000].

2.2. Objetivo

Os sistemas existentes são utilizados por exemplo como digitadores automáticos que reconhecem as palavras sendo faladas por determinada pessoa ou como sistemas de controle que executam uma certa ação a partir de comandos de voz. [Wood, 2000]

Uma outra aplicação interessante é o uso para o reconhecimento de uma pessoa em sistemas de segurança. [Barton, 1997]

2.3. Disciplinas Envolvidas

A tarefa de reconhecimento de voz não apenas requer um bom conhecimento computacional, mas envolve também as disciplinas Fonética, Lingüística, Reconhecimento de Padrões e Inteligência Artificial em geral. [linguatec, 2001]

2.4. Histórico

Desde os anos 1960 se fez pesquisas na área de reconhecimento de voz. Porém, até os anos 1980 apenas foram implantados sistemas capazes de reconhecer no máximo 100 palavras distintas.

1984 um sistema foi introduzido pela IBM capaz de tratar 5000 palavras – o processo de cálculo, entretanto, levava sempre vários minutos.

Em 1986 então foi desenvolvido o protótipo “Tangora 4” para a língua inglesa – o nome foi escolhido em homenagem ao campeão mundial em datilografia, Alberto Tangora. O sistema trabalhava em tempo real utilizando Trigramas para o controle de contexto.

Em 1988 o sistema Tangora foi projetado para a língua alemã e quando apresentado no CeBit em Hannover, fez-se necessário a utilização de uma sala especial – em completo silêncio.

Utilizando a tecnologia de Tangora a IBM lançou em 1993 o Personal Dictation System com um preço mais acessível (aproximadamente R\$1000,00) e a possibilidade de rodar em computadores pessoais.

Desde então vários sistemas surgiram, cada vez mais perfeitos. Ainda não se chegou a um sistema realmente 100% confiável. Justamente nesse caso o uso de redes neurais pode significar um avanço tecnológico muito grande, talvez o avanço que esteja faltando para criar programas realmente poderosos. [linguatec, 2001]

2.5. Sistemas Atuais

Os sistemas atuais se dividem em sistemas de reconhecimento de voz discreta e voz contínua.

2.5.1. Sistemas de Voz Discreta

Os sistemas de reconhecimento de voz discreta são sistemas que requerem que o usuário fale cada palavra separada. Isto traz uma necessidade muito menor de cálculos, porém, é completamente impraticável para sistemas de ditado. Se utiliza estes programa principalmente para fornecer comandos distintos para um computador como em Telebanking, mas também para por exemplo o controle de jogos. [linguatec, 2001]

2.5.2. Sistemas de Voz Contínua

Utilizados como uma forma de secretária automática os sistemas de Voz Contínua têm tarefas muito mais complicadas para resolver, pois a separação das palavras em uma frase contínua requer bem mais recursos e soluções tecnológicas inteligentes. [linguatec, 2001]

2.6. Problemas Conhecidos

Encontram-se vários problemas nesse caso:

- Uma palavra pode ser falada de maneira mais curta ou mais extensa dependendo do momento, da pessoa, do microfone etc.

- Quem fala pode “engolir” sílabas, vogais etc. (imagine um português, por exemplo)
- O sentido pode estar altamente ambíguo (O “mais/mas” em “Mais feijão é bom.”). Isto se chama de homófonos e é um problema grande para programas computacionais.
- É muito difícil de distinguir certas palavras para um sistema que desconhece o contexto em si: Um sistema automático nunca iria entender as frases faladas em uma “Cocktail-Party” com música alta – o homem enquanto isso entende o contexto e pode mesmo nessa situação interpretar um significado.
- Línguas diferentes têm problemas diferentes e um vocabulário ativo bem diferente: Na língua inglesa se utiliza apenas cerca de 800 palavras enquanto a língua alemã possui em volta de 4000 palavras no vocabulário ativo –excluídos os poetas, que usam bem mais.
- O sistema precisa de um conhecimento extra para criar escrita minúscula e maiúscula – problemático especialmente em alemão, onde os substantivos todos são escritos com letra maiúscula.
- O número de informações disponíveis se multiplica com uma grande velocidade. Sendo assim os sistemas devem estar em contínuo desenvolvimento. [linguatec, 2001] [Richter, 2001]

2.7. Tecnologias

Sendo que o foco deste artigo são Redes Neurais aplicadas no Processamento de Linguagem Natural, as outras tecnologias serão tratadas de uma maneira breve, apenas para comparação.

2.7.1. Comparação de Padrões

Em um sistema simples apenas se compara os padrões apresentados pela fala com palavras já salvas no sistema. Isto deve ser feito através de um processo não linear. [linguatec, 2001]

2.7.2. Hidden Markov

Um sistema mais exato, mas levando também mais tempo de cálculo é o Hidden Markov em qual se utiliza autômatos para modelar as probabilidades de seqüências de fonemas. [Barton, 1997] [Cole, 1996] [linguatec, 2001]

2.7.3. Rede Neural

Geralmente os sistemas de reconhecimento de voz usam Perceptrons Multicamadas. O sinal cru é fornecido nas entradas. Isto pode acontecer pela decodificação da onda em sinais binários e a alimentação da rede com os padrões ou a entrada com o padrão binário. Conforme o tamanho máximo de uma palavra se precisa de mais neurônios de entrada. A camada escondida pode ser escolhida livremente. Recomenda-se não empregar uma camada muito pequena para ter mais recurso de processamento para a rede, que cria uma representação interna da palavra com a camada escondida.

Na saída se lê o sinal, que representa uma codificação da palavra. Mais palavras reconhecidas requerem mais neurônios de saída.

Sendo assim o maior problema é o uso de um número relativamente grande de neurônios e sinapses o que pode tornar a aplicação da rede neural inviável nas condições computacionais atuais. [Warth, 1997]

Porém, com sistemas mais poderosos se pode considerar a alternativa bem interessante, pois o reconhecimento de voz requer uma forma de inteligência humana o quê é muito bem implementado com uma rede neural. [Helbig1, 2000] [Helbig2, 1995]

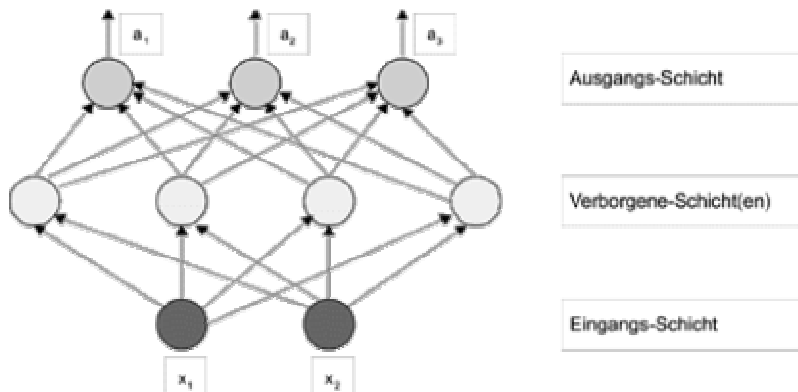


figura1: fonte: [linguatec, 2001]: Uma rede bem simples para o tratamento de reconhecimento de voz.

2.8. Visões para o futuro

Mesmo não estando ainda altamente aceita a forma de ditado ou comando de voz como forma de interação com o computador, se pode considerar tal processo como uma seqüência natural, sendo que falar requer muito menos esforço humano do que digitar.

Atualmente a alta taxa de erros ainda torna as soluções um tanto quanto complicadas para o uso diário. Mas a pesquisa não pára e com mais recursos computacionais modelos cada vez mais ambiciosos podem ser criados.

3. RECONHECIMENTO DE ESCRITA

3.1. Introdução

Em paralelo ao reconhecimento de voz se desenvolveram os sistemas de reconhecimento de escrita.

3.2. Objetivo

Com a finalidade de reconhecer geralmente um texto de letra de forma os sistemas utilizam algoritmos de reconhecimento de padrões. Também já estão sendo desenvolvidos projetos que conseguem transformar letra de mão em texto.

3.3. Produtos e Tecnologia

Com scanners geralmente são fornecidos produtos de reconhecimento de escrita. A qualidade – dependendo do conjunto de palavras que o produto conhece – é normalmente (ainda) duvidosa.

Os programas trabalham com análises de cada caracter (comparação com padrões salvos e reconhecimento na base de uma lista de probabilidades) ou com análises holísticos, isto é, comparando palavra por palavra. Especialmente em

sistemas que reconhecem letra de mão se usa esta técnica para minimizar os erros de reconhecimento. [Cole, 1996]

3.4. Aplicação de Redes Neurais

O seguinte projeto pode ser considerado típico para a aplicação de redes neurais no reconhecimento de escrita:

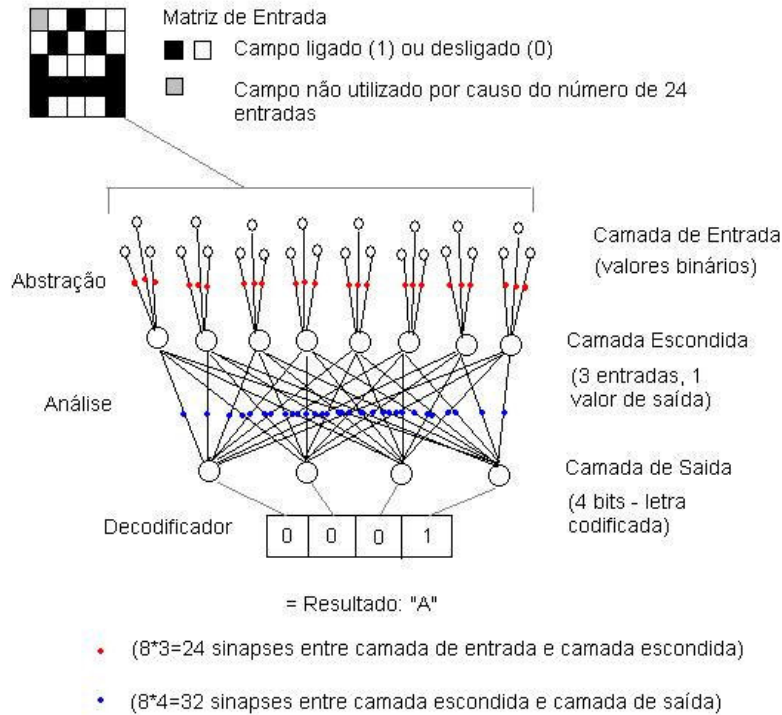


figura2: Uma proposta de uma rede que reconhece escrita

Se usa uma matriz para receber a entrada da rede. Mais ampla seja essa matriz, melhor a rede reconhecerá letras diferentes. Porém, o tempo de treinamento aumenta consideravelmente.

No caso do exemplo se trata novamente de um perceptron multicamadas – uma estrutura que pode ser aplicada perfeitamente nesse caso.

4. PRODUÇÃO DE VOZ A PARTIR DE TEXTO

4.1. Objetivos e Produtos

Desde o início dos anos 1980 existem vários produtos no mercado que conseguem gerar fala a partir de um texto escrito. Os programas que no começo produziam uma voz parecendo bastante mecânica e de vez em quando até incompreensível evoluíram bastante. Atualmente existem sistemas que conseguem ler várias línguas com diferentes personagens, velocidades etc. Além da brincadeira, estes sistemas são bastante úteis para a leitura de textos para cegos.

4.2. Aplicação de Redes Neurais

O problema pode ser bem tratado sem o uso de uma rede neural (por exemplo com “Hidden Markov”).

5. ANÁLISE DE TEXTO

5.1. Considerações Gerais

A área de análise de textos é a mais complexa do Processamento de Linguagem Natural e sua maior aplicação. Existem vários produtos prontos no mercado, mas a área em si está em pleno desenvolvimento.

5.2. Processo Tradicional

5.2.1. Análise Léxica

5.2.1.1. Funcionamento

Um analisador léxico transforma um texto em elementos sintáticos, como por exemplo: preposições, verbos, adjetivos etc. Um certa inteligência é requerida, pois podem existir muitas ambigüidades e construções compostas.

Se deve definir chamadas sintagmas. Dependendo do entendimento de léxico certas palavras podem ser tratadas de uma maneira que não corresponde muito à maneira como elas estão sendo definidas normalmente (por exemplo por meio do tipo “nome” se pode representar nomes e substantivos).

Tendo lido e transformado toda frase a análise sintática começa. [Michel, 2000]

5.2.1.2. Realizações Técnicas

Todo compilador tem um analisador léxico. A gramática pode chegar a dimensões realmente assustadoras de complexidade – dependendo da aplicação.

5.2.1.3. Análise Top-Down

A partir de um estado inicial pode-se criar uma árvore como mostrado na figura abaixo:

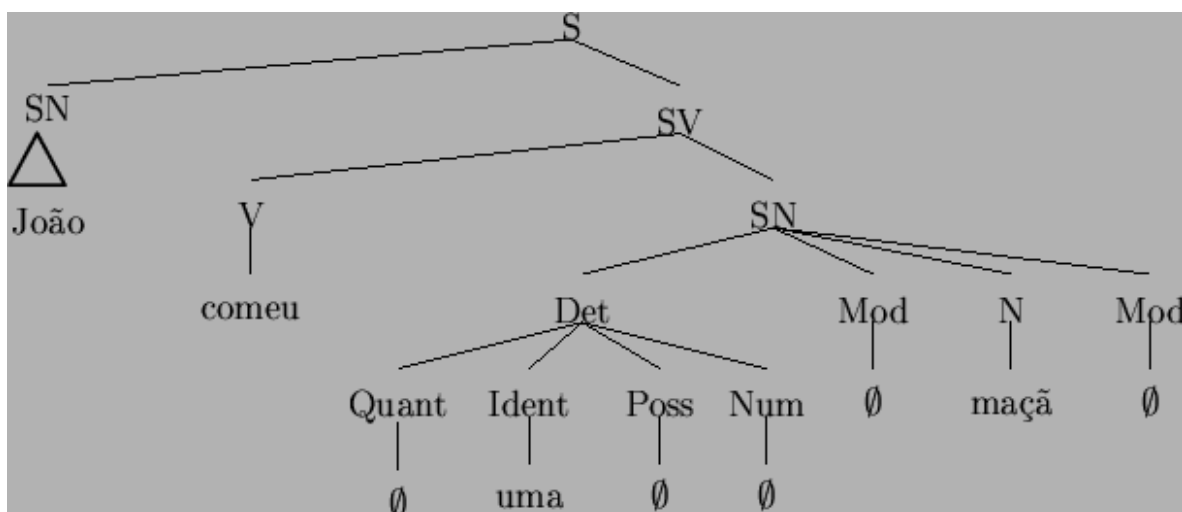


figura3: fonte [Michel, 2000]

Com isto se pode chegar a bons resultados sem o uso de uma rede neural. O algoritmo é recursivo.

Porém, em certas constelações o mesmo sintagma pode ser analisado duas vezes (análise redundante). [Michel, 2000]

5.2.1.4. Análise Bottom-Up

Na análise bottom-up parte de uma palavra que é analisada em todas suas possibilidades. A partir daí todas as palavras serão colocadas com todas suas

possibilidades. Novas categorias serão criadas e se acha uma solução do problema. [Michel, 2000]

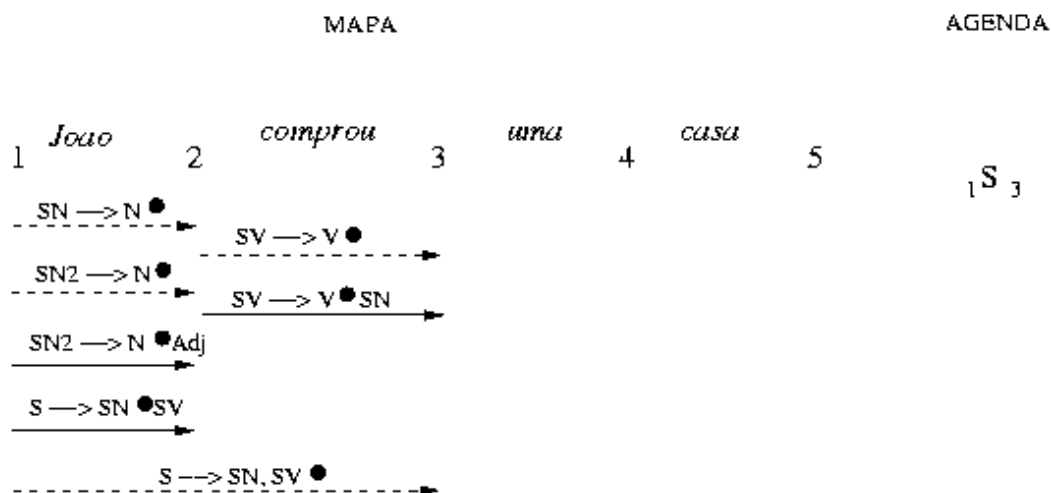


figura4: fonte [Michel, 2000]: Exemplo do método bottom-up.

5.2.2. Análise Sintática

5.2.2.1. Funcionamento e Objetivo

Na análise sintática testa se os sintagmas foram postos na seqüência correta, ou seja, se por exemplo dois substantivos podem se seguir ou não.

5.2.2.2. Tecnologias

Existem autômatos finitos para tratar o assunto. A complexidade aumenta consideravelmente com a quantidade da informação.

5.2.3. Análise Semântica

5.2.3.1. Função

Como último passo a análise semântica deve determinar se o contexto está correto ou não. É necessário entrar no mérito de tipos de palavras e se elas combinam.

5.2.3.2. Projetos

Em compiladores é relativamente fácil resolver esta tarefa. Porém, para uma frase em uma língua distinta existem muitos dados a serem computados. O máquina tem de “entender” um pouco do contexto. Isso freqüentemente é feito de uma maneira simplista, também utilizando autômatos de estados.

5.3. Utilização de Rede Neurais

Foram realizados estudos para determinar, se redes neurais podem ou não ser utilizadas para a tarefa de determinar se uma frase é gramaticalmente correta ou não. Se partiu do princípio que – mesmo em situações aparentemente complicadas do ponto de vista computacional – o falante nativo tem uma visão nítida dos acontecimentos.

A utilização de redes neurais é principalmente interessante, pois estruturas hierárquicas gramaticais não pode ser modeladas com estados finitos. [Lawrence1, 1998] [Lawrence2, 1995]

5.3.1. Utilização de Redes Feedforward

Rede Feedforward foram incluídas nos estudos, porém, desde o início se estava convencido, que os recursos da Rede Feedforward eram insuficientes para a resolução do problema. Especialmente por causa da falta de memória e assim o problema de não poder internamente montar uma gramática. [Lawrence1, 1998] [Lawrence2, 1995]

5.3.2. Utilização de Rede Recorrentes

Redes recorrentes – oferecendo mais recursos – foram a escolha certa para iniciar o teste. Soube-se que Redes Recorrentes são capazes de até se comportar bem no teste de Turing, amplamente aceito para determinar a inteligência de um sistema. Se deve destacar que se trata e resultados experimentais e até agora redes neurais não são amplamente usadas para análises de texto.

A maneira de organizar uma rede neural para a análise gramatical pode ser dividida em Sistemas Baseados em Casos, Sistemas Baseados em Regras e Sistemas Baseados em Princípios.

Assim se define a filosofia da Rede. No caso do experimento se partiu de um sistema Baseado em Princípios. [Rosa2, 1997] [Lawrence1, 1998] [Lawrence2, 1995]

5.3.2.1. Sistemas Baseados em Casos

Sistemas Baseados em Casos são aqueles que fazer suas conclusões apenas a partir de casos concretos. Se deve destacar que neste caso o esforço necessário para um treinamento satisfatório é bem mais alto. Porém, é um princípio originalmente utilizado para Redes Neurais na confiança que a rede se auto-ajuste em qualquer situação, pois contém uma estrutura parecida com o cérebro humano.

Os Sistemas Baseados em Casos têm sua raiz na ciência cognitiva.

O trabalho mais crítico neste caso é escolha de casos significativos a serem aprendidos. [Rosa2, 1997] [Rosa3, 1996]

5.3.2.2. Sistemas Baseados em Regras

Uma regra determina claramente como certas seqüências na linguagem ocorrem. Estas sistemas rígidas, que tendem a descrever tudo em regras, são dependentes de uma certa linguagem e de uma construção. Mais ainda, se trata de Sistemas unidirecionais, ou seja, uma regra não pode ser usadas para interpretação e geração de linguagem ao mesmo tempo. [Rosa2, 1997]

5.3.2.3. Sistemas Baseados em Princípios

Em Sistemas Baseados em Princípios se tenta chegar a regras que valem para vários casos, que são flexíveis, e podem assim ser aplicados para várias línguas – ou seja, se parte do princípio que no fundo todas as línguas têm construções em comum.

O Sistema Baseado em Princípios pode ser visto como um meio-termo entre Sistemas Baseados em Regras e Sistemas Baseados em casos. [Rosa2, 1997]

5.3.3. Experiência com Redes Recorrentes

No experimento se utilizou um Sistema Baseado em Princípios. A partir de um conjunto de frases foi feita uma análise léxica anteriormente determinando tipos de palavras e modificadores (substantivo singular=s1, substantivo plural=s2) etc.

Com essas entradas várias redes foram alimentadas. [Lawrence1, 1998] [Lawrence2, 1995]

5.3.3.1. Frasconi-Gori-Soda (FGS)

O FGS é uma rede feedforward com recorrência local nos neurônios escondidos. Ela foi submetida ao teste apenas para comparação com as outras redes. Já se suspeitava que o resultado não seria satisfatório. [Lawrence1, 1998] [Lawrence2, 1995]

5.3.3.2. Narendra and Parthasarathy

Se trata de uma rede recorrente com conexões de feedback de cada neurônio de saída para cada neurônio escondido.

5.3.3.3. Elman

A Rede Elman é uma rede com feedback de cada neurônio escondido para todos os neurônios escondidos.

5.3.3.4. Williams e Zisper

Na Rede Williams e Zisper todos os neurônios são conectados a todos os outros.

5.3.3.5. Procedimento

Foram passados valores reais para as redes, da maneira: não substantivo = 0.0, substantivo classe 1 = 0.5, substantivo classe 2 = 0.7 e assim por diante.

Primeiramente se descobriu que a capacidade da rede dependia fortemente do número de entradas. Porém, com poucas entradas a rede é forçada a armazenar informação. Por isso, se escolheu poucas entradas.

Para todas as redes recorrentes se utilizou o algoritmo backpropagation through time.

Se obteve os seguintes resultados:

- A rede Elman teve o melhor aproveitamento com 99,6% no treinamento e 74,2% no teste
- A rede FGS – como esperado – conseguiu apenas alcançar 67,1% na classificação e 59% no teste
- AS redes N&P e W&Z ficaram com valores intermediários

Sendo assim se pode concluir que principalmente uma rede Elman é altamente indicada para tratar assuntos gramaticais. [Lawrence1, 1998] [Lawrence2, 1995]

5.3.4. Microfeature Representation

Uma outra abordagem interessante é o uso de redes neurais para analisadores semânticos. Isto é feito através o uso de microfeatures, que são alimentados para a rede. Cada palavra tem um array de bits que descrevem as características como humano ou não, macies, sexo, volume, forma etc. Sendo assim a rede é capaz de distinguir se certas palavras cabem ou não juntos. Mais ainda, ela pode resolver ambigüidades que os métodos atuais não são capazes de tratar tão satisfatoriamente. [Rosa1, 1997] [Rosa5, 1998] [Rosa6, 1997]

5.4. Aplicações

5.4.1. Correção e resumos de textos

Mesmo o programa Word oferece este tipo de opção, mas os resultados várias vezes não são exatos. É necessária a presença de um operador humano para avaliar e – se for o caso – modificar o resultado.

5.4.2. Tradutores automáticos

Tradutores automáticos – independentemente dos nomes sugestivos que eles têm – não tendem a fornecer ainda um texto apresentável. Isto apenas ocorre em estruturas quase banais e em textos técnicos é fornecida apenas uma “leve idéia” do que está escrito.

5.4.3. Compiladores

Como o vocabulário e as estruturas de um compilador são bem limitados, o funcionamento dos analisadores é quase perfeito. Compiladores existem já faz bastante tempo como forma primitiva da análise de linguagem natural.

6. PROJETO DE PROGRAMAÇÃO

6.1. Informações Gerais

O programa existe em uma segunda versão otimizada. A seguinte rede está sendo utilizada para o processamento sintático das frases.

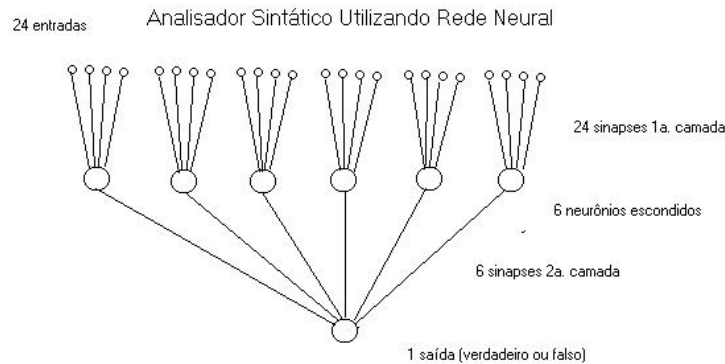


figura5: A rede utilizada no projeto

Foi utilizado o sistema Turbo Pascal 7.0 para a programação.

6.2. Limitações e Características

Pela rede o programa está limitado em frases de 6 palavras no máximo. Antes do fornecimento dos dados para a rede uma análise léxica simples está sendo feita. Em caso de dúvidas de reconhecimento o léxico pergunta para o usuário. As palavras reconhecidas são no máximo 150. Elas estão sendo lidas de disco e armazenadas em um array estático.

Para o treinamento da rede encontram-se 20 frases em disco. Isto também é o número máximo que a rede pode aprender, pois o array, onde são armazenados os elementos tem esse número de posições. 10 dessas frases são corretas e 10 erradas.

A rede geralmente consegue aprender as 20 frases em 3000 a 5000 iterações. Se trata de um perceptron multicamada que usa o algoritmo backpropagation como forma de aprendizagem.

6.3. Screenshots e Utilização do Sistema



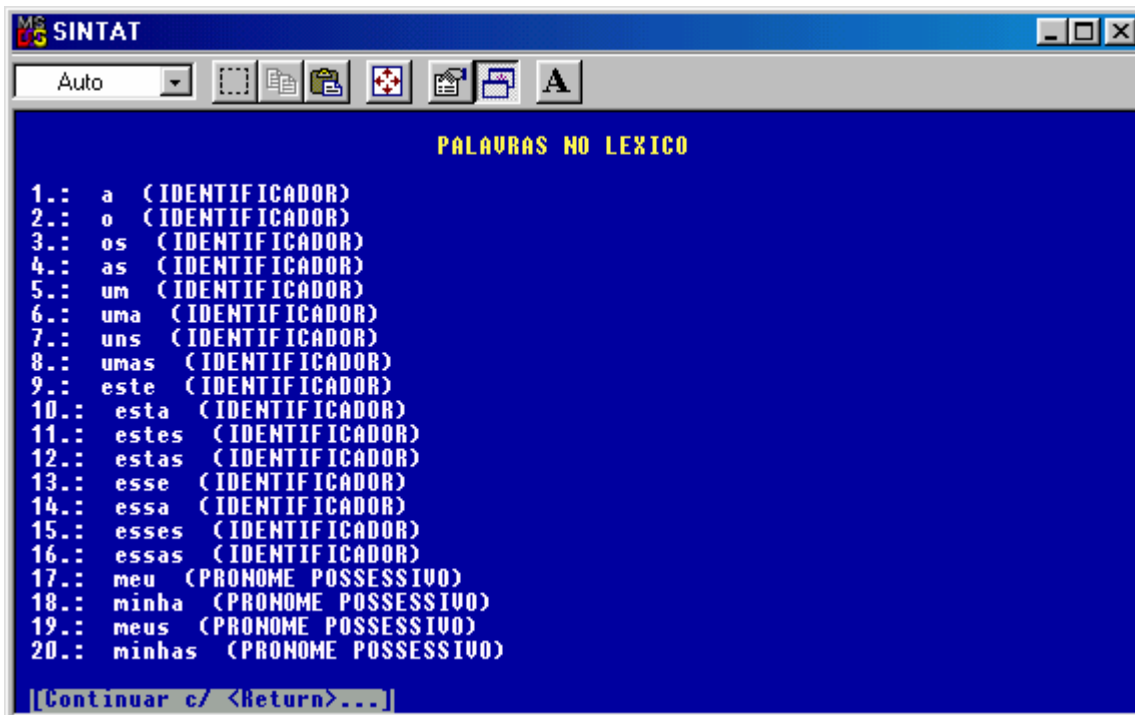
Após a leitura do programa de disc encontra-se o menu principal.

Estão disponíveis as seguintes funções:

- Inicializar Rede = inicializar os neurônios com 0s e as sinapses com valores randômicos entre 0.1 e -0.1.
- Mostrar Palavras Disponíveis = mostrar as palavras conhecidas pelo programa
- Teste Randômico da Rede = Se fornece valores aleatórios para a rede com a finalidade de fazer um teste de funcionamento genérico com a rede. Aplicando um certo número de iterações e uma entrada esperada se pode monitorar o progresso de aprendizagem nesse caso específico. Com o modo debug se pode acompanhar todos os passo – também a utilização do algoritmo backpropagation.
- Treinar Rede = São fornecidas 20 frases repetidamente à rede com a finalidade de que ela aprenda a estrutura sintática. O número de iterações pode ser escolhido livremente.
- Analisar Frase = Uma única frase é analisada com os valores atuais da rede.
- Dump Rede = Mostra os valores da Rede na Tela
- Sair = Sai imediatamente.



Tendo escolhido "Inicializar Rede" o diálogo abaixo será mostrado como confirmação por 2 segundos.



The screenshot shows a window titled "SINTAT" with a menu bar containing "Auto" and several icons. The main area has a blue background and displays the title "PALAVRAS NO LEXICO" in yellow. Below the title is a list of 20 words with their grammatical categories in parentheses. At the bottom, there is a prompt to press 'c' or return to continue.

```
1.: a (IDENTIFICADOR)
2.: o (IDENTIFICADOR)
3.: os (IDENTIFICADOR)
4.: as (IDENTIFICADOR)
5.: um (IDENTIFICADOR)
6.: uma (IDENTIFICADOR)
7.: uns (IDENTIFICADOR)
8.: umas (IDENTIFICADOR)
9.: este (IDENTIFICADOR)
10.: esta (IDENTIFICADOR)
11.: estes (IDENTIFICADOR)
12.: estas (IDENTIFICADOR)
13.: esse (IDENTIFICADOR)
14.: essa (IDENTIFICADOR)
15.: esses (IDENTIFICADOR)
16.: essas (IDENTIFICADOR)
17.: meu (PRONOME POSSESSIVO)
18.: minha (PRONOME POSSESSIVO)
19.: meus (PRONOME POSSESSIVO)
20.: minhas (PRONOME POSSESSIVO)

|[Continuar c/ <Return>...|
```

Um exemplo de entradas para o Léxico.



The screenshot shows the same "SINTAT" window, but the main area has a blue background and displays the title "TESTE RANDOMICO" in yellow. Below the title is a block of text explaining the test function and providing input options for desired output, iterations, and debug mode.

```
TESTE RANDOMICO

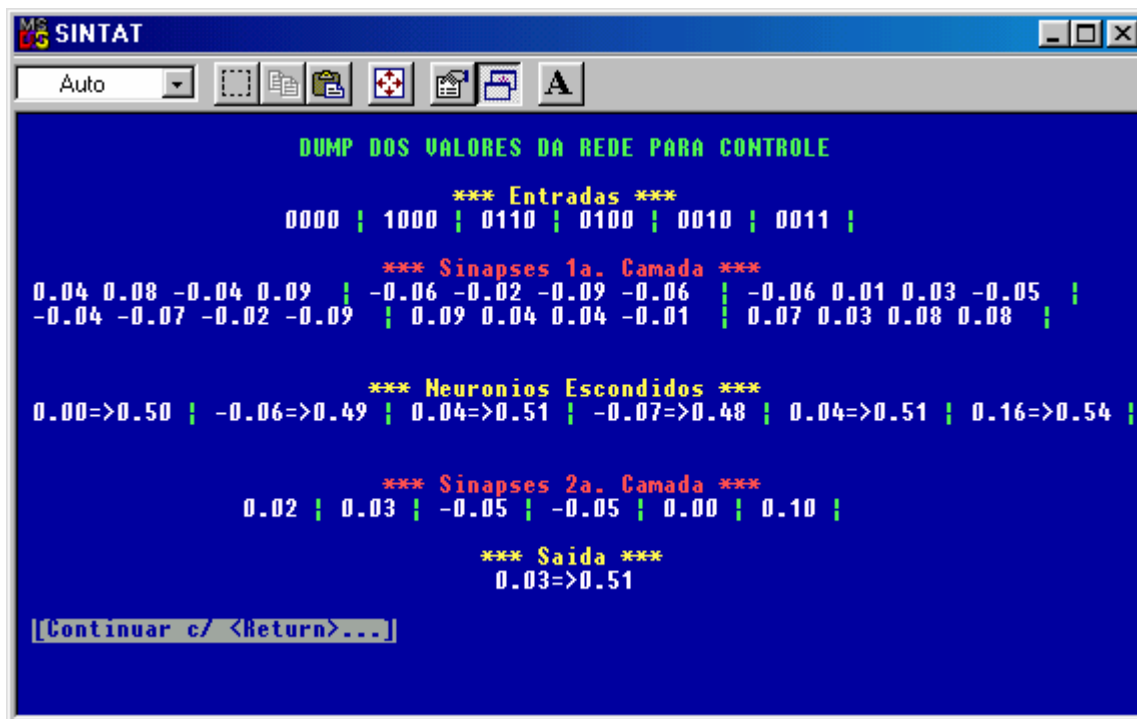
Esta funcao testa o funcionamento geral da rede.

Entradas randomicas serao criadas. Favor fornecer a saida desejada
e o numero de iteracoes para o backpropagation.

No modo "debug" a rede e os resultados do backpropagation serao mostrados
a cada passo.

Saida desejada (0.0 a 1.0!) :0.0
Iteracoes                   :100
Debug (s=sim)               :n
```

Após escolher “Teste Randômico” se entra na tela acima. A saída desejada (também valores quebrados possíveis) se deve determinar. O número de iterações determina quantas vezes a rede será alimentada com os dados. Definindo “debug” com “s” o funcionamento será monitorado a cada passo.



The screenshot shows a window titled "SINTAT" with a menu bar containing "Auto" and several icons. The main area has a blue background with white and yellow text. The text displays the following information:

```
DUMP DOS VALORES DA REDE PARA CONTROLE

*** Entradas ***
0000 | 1000 | 0110 | 0100 | 0010 | 0011 |

*** Sinapses 1a. Camada ***
0.04 0.08 -0.04 0.09 | -0.06 -0.02 -0.09 -0.06 | -0.06 0.01 0.03 -0.05 |
-0.04 -0.07 -0.02 -0.09 | 0.09 0.04 0.04 -0.01 | 0.07 0.03 0.08 0.08 |

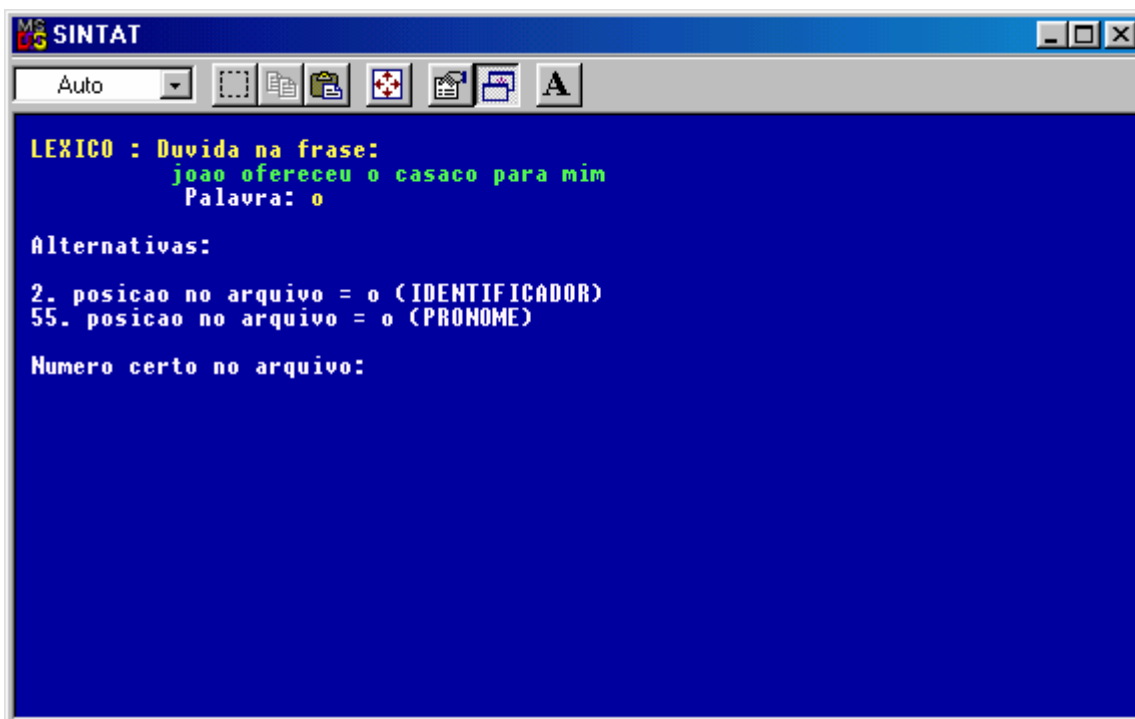
*** Neuronios Escondidos ***
0.00=>0.50 | -0.06=>0.49 | 0.04=>0.51 | -0.07=>0.48 | 0.04=>0.51 | 0.16=>0.54 |

*** Sinapses 2a. Camada ***
0.02 | 0.03 | -0.05 | -0.05 | 0.00 | 0.10 |

*** Saida ***
0.03=>0.51

[Continuar c/ <Return>...]
```

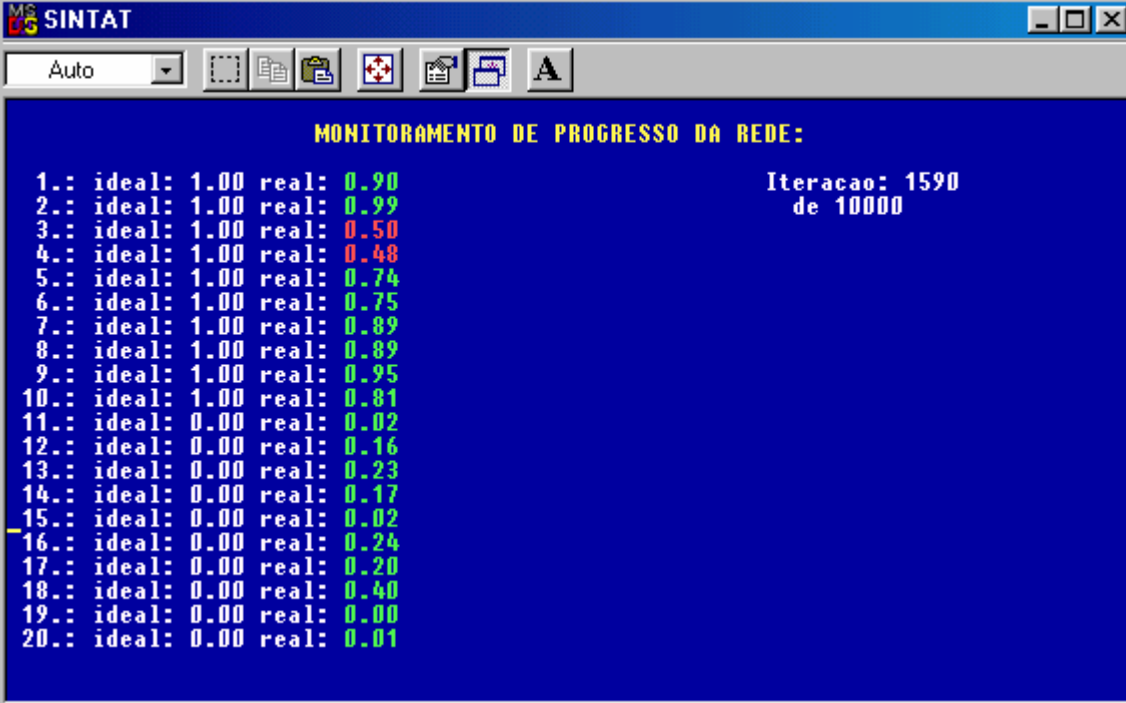
Um dump típico da rede está sendo exibido na tela acima.



Após a escolha do treinamento da rede as frase são lidas do disco. Perguntas do analisador léxico são prováveis e as informações devem ser determinadas pelo usuário como visto acima.



Tendo lido os dados de disco um output para controle está sendo exibido. Estes valores serão efetivamente copiados na entrada da rede.

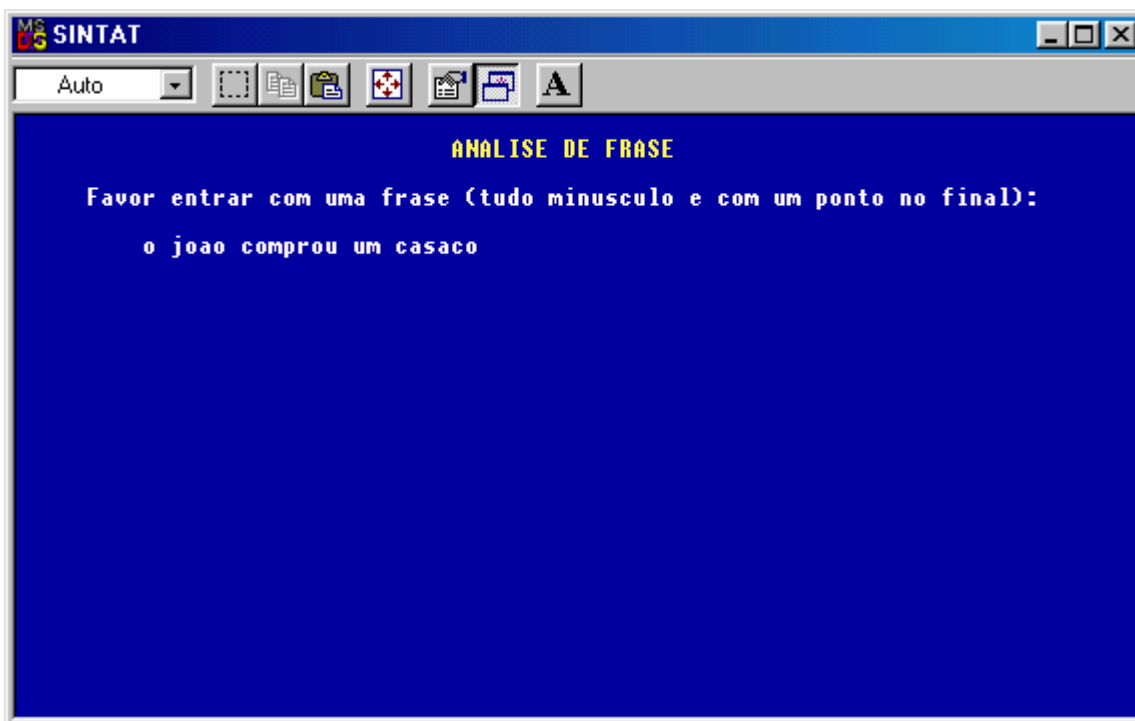


```
MONITORAMENTO DE PROGRESSO DA REDE:

1.: ideal: 1.00 real: 0.90
2.: ideal: 1.00 real: 0.99
3.: ideal: 1.00 real: 0.50
4.: ideal: 1.00 real: 0.48
5.: ideal: 1.00 real: 0.74
6.: ideal: 1.00 real: 0.75
7.: ideal: 1.00 real: 0.89
8.: ideal: 1.00 real: 0.89
9.: ideal: 1.00 real: 0.95
10.: ideal: 1.00 real: 0.81
11.: ideal: 0.00 real: 0.02
12.: ideal: 0.00 real: 0.16
13.: ideal: 0.00 real: 0.23
14.: ideal: 0.00 real: 0.17
15.: ideal: 0.00 real: 0.02
16.: ideal: 0.00 real: 0.24
17.: ideal: 0.00 real: 0.20
18.: ideal: 0.00 real: 0.40
19.: ideal: 0.00 real: 0.00
20.: ideal: 0.00 real: 0.01

Iteracao: 1590
de 10000
```

Depois de ter escolhido o número de iterações o progresso será mostrado a cada passo.



Para fins de análise de uma frase se deve entrar com uma estrutura de no máximo 6 palavras – tudo escrito em letras minúsculas.

7. CONCLUSÃO

Mesmo que a aplicação de redes neurais no Processamento de Linguagem Natural está apenas começando, se trata de uma área bastante promissora para um futuro que precisa de inteligência humana simulada para executar tarefas que apenas o ser humano até agora pode resolver satisfatoriamente.

8. BIBLIOGRAFIA

[Barton] Siegmund Barton et alii: *Spracherkennung*. <http://www.fh-friedberg.de/users/secunet/sprache/sprache.htm>, 1997

[Cole] Ronald A. Cole et alii: *Survey of the State of the Art in Human Language Technology*. <http://cslu.cse.ogi.edu/HLTsurvey/>, 1996

[Helbig1] – Hermann Helbig, Andreas Scherer: *Neuronale Netze*. Fernuniversität Hagen, 2000

[Helbig2] – Hermann Helbig et alii: *Grundlagen der Künstlichen Intelligenz*. Fernuniversität Hagen, 1995

[Jung] Doris Jung: *Spracherzeugung und –wahrnehmung, trabalho no Seminário “Reconhecimento de Lingua e Sintese”*. Faculdade de Informática, FU-Berlin, Alemanha, 1999

[Lawrence1] Steve Lawrence et alii: *Natural Language Grammatical Inference with Recurrent Neural Networks*. Princeton, 1998

[Lawrence2] Steve Lawrence et alii: *On the Applicability of Neural Network and Machine Learning Technologies to Natural Language Processing*. Princeton, 1995

[Linguattec] linguattec Sprachtechnologien GmbH: *Grundlagen der Spracherkennung*. <http://www.spracherkennung.de/service/sebuch.htm>, 2001

[Michel] Michel Gagnon: *Processamento da Linguagem Natural*. <http://www.inf.ufpr.br/~michel/Disciplinas/Bac/IA/PLN/pln.html>, 2000

[Richter] Nicolai Richter: *Spracherkennung – Informationen, Teste und Produkte*. <http://www.diktatstarten.de/>, 2001

[Rosa1] João Luís Garcia Rosa: *A Thematic Connectionist Approach to Portuguese Language Processing*. Proceedings of the IASTED International Conference ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND SOFT COMPUTING, Banff, Canada, 1997

[Rosa2] João Luís Garcia Rosa: *Abordagens ao Processamento Simbólico da Linguagem Natural*. Revista do Instituto de Informática da PUC-Campinas, Campinas, 1997

[Rosa3] João Luís Garcia Rosa: *Computação, Linguagem e Ciência da Cognição*. Revista do Instituto de Informática da PUC-Campinas, Campinas, 1996

[Rosa4] João Luís Garcia Rosa: *O Processamento da Linguagem Natural*. Caderno de Informática do jornal Diário de Povo de Campinas, 1995

[Rosa5] João Luís Garcia Rosa: *O Significado da Palavra para o Processamento de Linguagem Natural*. Anais dos Seminários do GEL, São José do Rio Preto, 1998

[Rosa6] João Luís Garcia Rosa: *Parser: Um Analisador Sintático e Semântico para Sentenças do Português*. Anais de Seminários do GEL, Campinas, 1997

[Warth] Dora Warth: *Künstliche Intelligenz: Spracherkennung und Sprachverstehen*. <http://www.fask.uni-mainz.de/user/warth/Ki.html>, 1997

[Wood] Leslie Wood: *Intro to Voice Recognition Software*. <http://www.weeno.com/art/1099/183.html>, 2000

9. OBRAS CONSULTADAS

Center for Spoken Language Understanding: *Voice conversion*. <http://cslu.cse.ogi.edu/demos/ttsdemos.htm>, 2001

Christopher Moore: *Dynamic Recognizers, Real-time Language Recognition by Analog Computers*. Santa Fe Institute, 1997

João Luís Garcia Rosa: *Um Sistema Híbrido Simbólico-Conexionista Para o Processamento de Papéis Temáticos*. Instituto de Estudos da Linguagem, Unicamp, Campinas, 1999

João Luís Garcia Rosa: *Learning thematic relations from semantically sound sentences*. Proceedings of the 2001 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Tucson-Arizona, Estados Unidos, 2001

João Luís Garcia Rosa, Márcio Luiz de Andrade Netto: *Lógica e Conexionismo em Processamento de Linguagem Natural*. Anais da 2^a. Jornada USP – SUCESU-SP de Informática e Telecomunicações, São Paulo, 1994

Matthias Wolf: *Spracherkennung*. <http://www-wv.informatik.uni-erlangen.de/fg-wv/Jahresberichte/1998/node3.html>, 1999

Ravi Ganesan: *Statistical Techniques for Language Recognition: An Introduction and Guide for Cryptanalysts*. <http://citeseer.nj.nec.com/ravi93statistical.html>, 1993