

MAC499 - Trabalho de Formatura Supervisionado

**Sistema de Reconhecimento de
Escrita On-Line**

Integrantes

Pedro Henrique Simões de Oliveira

pedrohenriquesimoesdaoliveira at gmail.com

Eduardo Gusmão Caceres Pires

eduardocacerespires at gmail.com

Ricky Ye Lun Chow

rylchow at gmail.com

Orientadora: Prof. Dra. Nina S. T. Hirata

nina at ime.usp.br

Roteiro

- **Motivação**
- **Objetivos**
- **Análise de Requisitos**
- **Desenvolvimento da Arquitetura**
- **Implementação de Algoritmos**
- **Reconhecimento de expressões**
- **SisTREO**
- **Conclusão**

Motivação

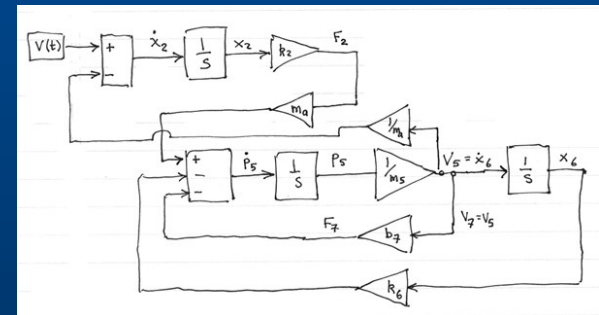
- Teclado e mouse são úteis, mas limitados
- Convergência entre dispositivos
- Novas formas de interação Homem-Computador



Motivação

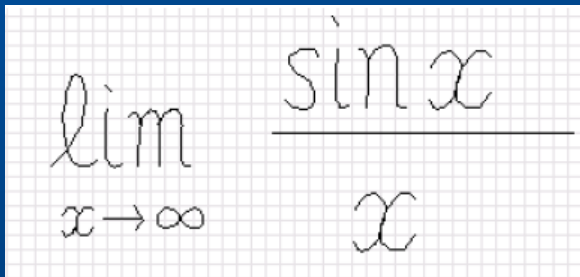
- Tablet, Palm, Stylus: novas formas de interação e possibilidades
- Algoritmos diversos para diferentes abordagens:
 - Textos
 - Ideogramas
 - Fórmulas matemáticas
 - Diagramas

$$x + \frac{b}{2a} = \pm \sqrt{\frac{b^2 - 4ac}{4a^2}}$$
$$x + \frac{b}{2a} = \frac{\pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$
$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$



Escrita Online / Offline

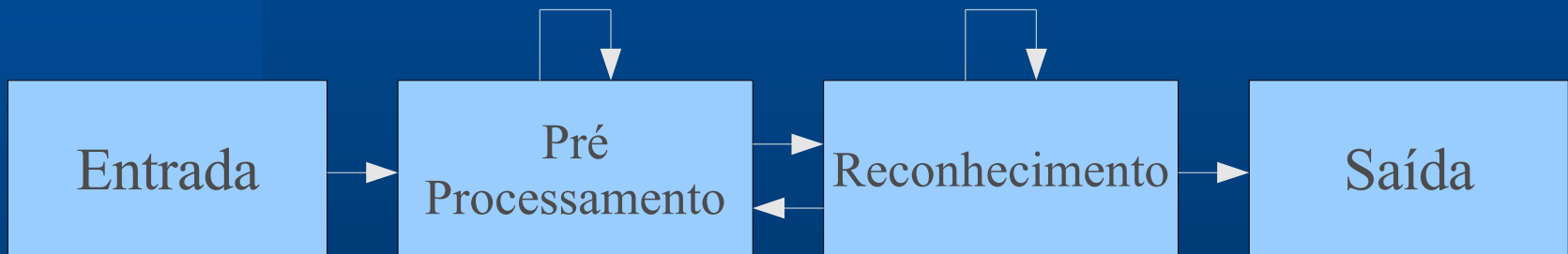
- Escrita Online: Indicação de tempo sobre os pontos (ordem, traços)
- Escrita Offline: Somente pontos/pixels


$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin x}{x}$$


$$\lim_{x \rightarrow c} f(x) = L$$

Objetivos

- Desenvolver um arcabouço voltado para o reconhecimento de escrita online
- Utilizar o arcabouço para reconhecer fórmulas matemáticas e gerar seu código em LaTeX



Passos

- **Análise de Requisitos**
 - Definições
 - Estudo de Artigos e Teses
- **Desenvolvimento da Arquitetura**
- **Implementação de Algoritmos**
- **Testes**

Análise de Requisitos

- **Definições**

- Ponto
- Traço
- Símbolo
- Expressão
- Caractere
- Bounding Box



Análise de Requisitos

- **Pré-Processamento**

- **Agrupar Traços em Símbolos**

- Intersecção
- Ordem dos traços
- Árvore geradora mínima

= + i

- **Interpolação de Pontos**

Análise de Requisitos

- **Pré-Processamento**
 - Normalização do tamanho
 - Normalização da rotação
 - Suavização
 - Baseline

A : A

Análise de Requisitos

- **Reconhecimento**
 - **Símbolos**
 - **Redes Neurais**
 - **Hidden Markov Model (HMM)**
 - **Modelos Gaussianos**
 - **Expressões**
 - **Gramática posicional**
 - **Árvore geradora mínima**

Desenvolvimento da Arquitetura

- **SisTREO**

Fórmulas matemáticas para geração de LaTeX

- **Agrupar traços: Intersecção**
- **Normalização do tamanho: Sampling**
- **Reconhecimento de símbolos: Redes neurais**
- **Reconhecimento de expressões: Gramática posicional, árvore geradora mínima e reta de regressão linear**

Implementação de Algoritmos

Redes Neurais

(Reconhecimento de Símbolos)

- Primeiro passo: dado um símbolo qualquer, transformá-lo na entrada da rede.

Implementação de Algoritmos

- Dado um conjunto de treinamento (entradas e as respectivas saídas desejadas), treinar a rede.
- Guardar as informações do treinamento para o posterior reconhecimento.

Reconhecimento de expressões

- Passo 1: fazemos uma reta de regressão linear dos pontos da expressão
- Passo 2: computamos a árvore geradora mínima do grafo formado pela ligação dos centros de todos os símbolos (bounding box)

Reconhecimento de expressões

- Passo 3: com essas informações utilizamos algumas heurísticas para determinar a expressão

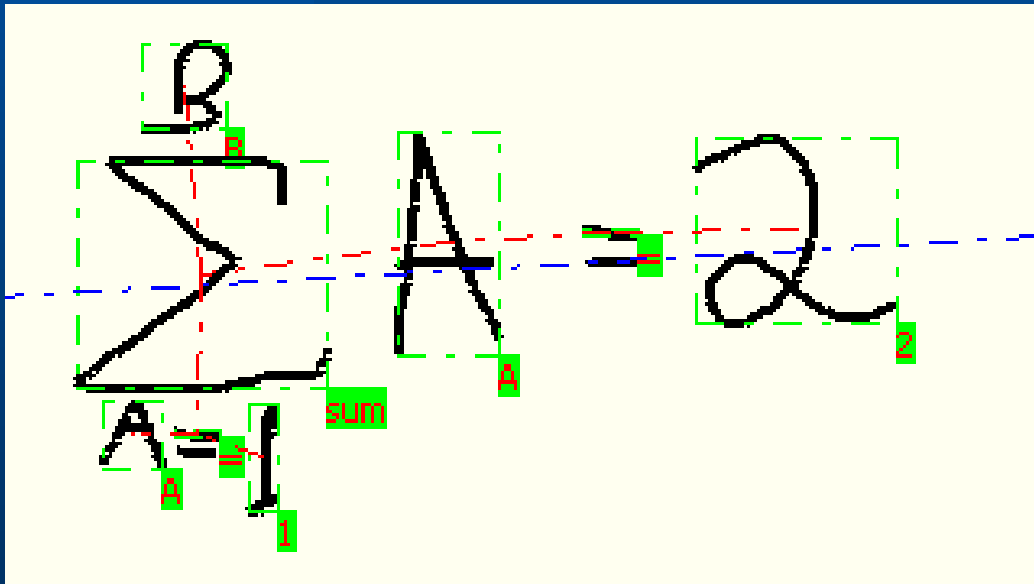


Imagem tirada do programa, com os símbolos reconhecidos, a reta de regressão linear, em azul, e as arestas da árvore geradora mínima, em vermelho.

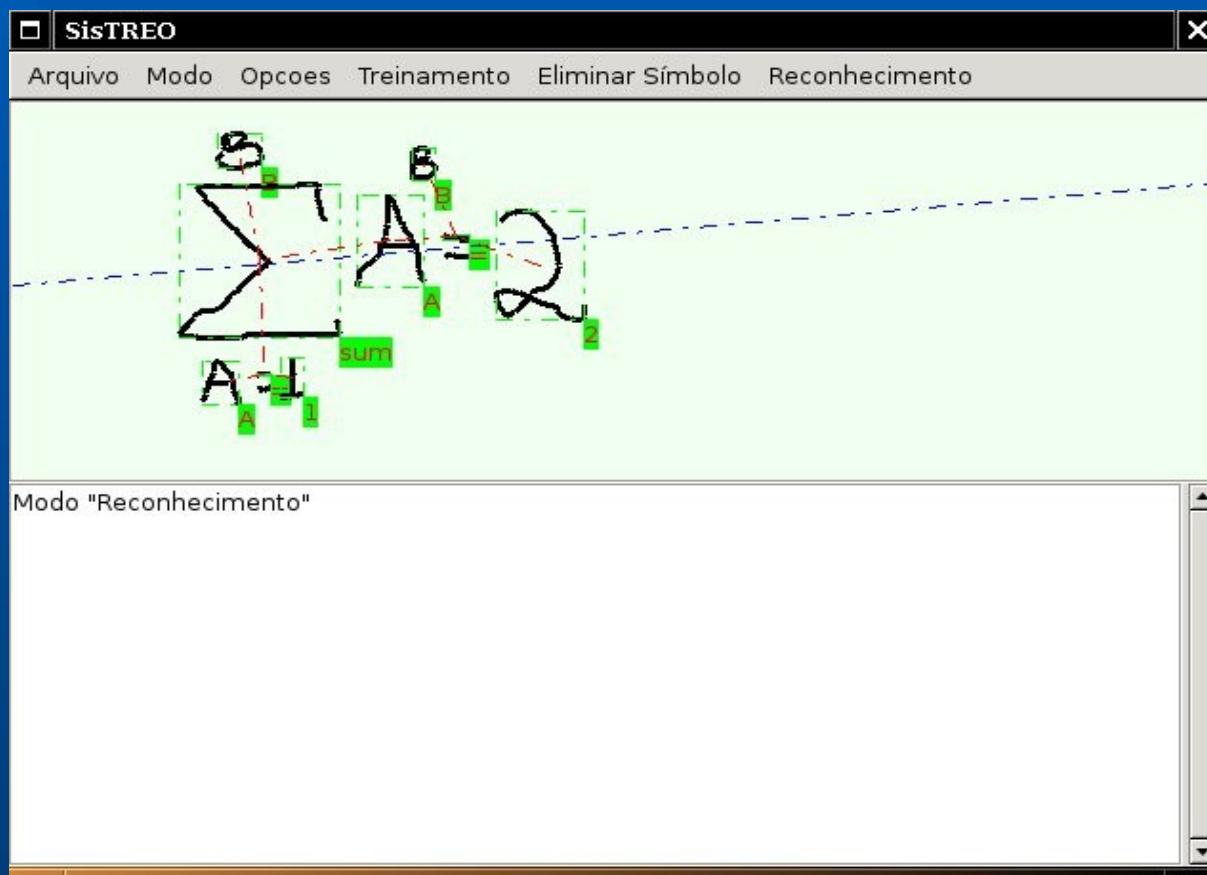
SisTREO

(Sistema Titanium de Reconhecimento de Escrita Online)

- **Sistema que utiliza o arcabouço desenvolvido**
- **3 Modos:**
 - **Modo Treinamento**
 - **Modo Reconhecimento**
 - **Eliminação de símbolos errados**

SisTREO

(Sistema Titanium de Reconhecimento de Escrita Online)



Conclusão

Estrutura de dados + Arquitetura

capazes de serem utilizados na solução de diversos problemas, em diversas abordagens

SisTREO

mostra que mesmo com implementações simples de algoritmos o arcabouço é viável

Futuro

realização de testes e disponibilização do arcabouço para próximos projetos, como a implementação de algoritmos mais poderosos