

## Representação de Sinais da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) em Autômatos Finitos

Eric Macedo Cabral<sup>1</sup>, Patrick H. S. Brito<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Núcleo de Ciências Exatas (Ncex)  
Universidade Federal de Alagoas (UFAL) – Arapiraca - Alagoas

eric.cabral@arapiraca.ufal.br, patrick@ic.ufal.br

**Abstract.** *The inability of communicating causes a series of psychological and cognitive consequences in the Deaf's life, he isolates himself for not being able of understanding and be understood. The emergence of the sign languages changed this reality, the Deaf began to have a way of communicating and producing knowledge. Nowadays, the sign languages evolved and received the title of Language. Losing the erroneous conception of being disorderly and primitive gestures. These (Sign Languages) have the same linguistics characteristics of the oral languages. This article's goal is to demonstrate and reproduce these linguistics characteristics in an abstract mathematical model, in order to use it as a animation generation structure at runtime.*

**Resumo.** *A incapacidade de comunicar-se causa uma série de consequências psicológicas e cognitivas na vida do Surdo, este isola-se por não poder compreender e ser compreendido. O surgimento das línguas de sinais mudou essa realidade, os Surdos passaram a ter uma forma de comunicar-se e de produzir conhecimento. Hoje, as línguas de sinais evoluíram e receberam o título de Línguas. Perdendo assim a errônea concepção de serem gestos desordenados, primitivos. Estes possuem as mesmas características linguísticas das línguas orais. É objetivo deste trabalho demonstrar e reproduzir essas características linguísticas em um modelo matemático, a fim de utilizá-lo no desenvolvimento de uma estrutura de geração de animações em tempo de execução.*

### 1. Introdução

A comunicação é algo imprescindível para a vida em sociedade e para o adequado desenvolvimento das habilidades cognitivas. A existência de deficiências e condições adversas prejudica o desenvolvimento pessoal e coletivo de pessoas que sofrem dessas condições físicas, psicológicas ou cognitivas.

A comunidade Surda superou a barreira criada por sua condição por meio da sinalização, a qual evoluiu a ser considerada uma Língua. Cada região possui sua própria língua de sinais local, nos Estados Unidos predomina a ASL (American Sign language), no Brasil predomina a LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais).

As línguas de sinais possuem todas as características e propriedades que configuram uma linguagem natural, como pode ser observado nos trabalhos de Stokoe [STOKOE 1960]. Os cinco principais aspectos de uma linguagem natural são: Itens fonéticos, modificadores morfológicos, estrutura sintática, valor semântico e contexto

pragmático. As línguas de sinais possuem todos esses aspectos representados por sinais espaciais ordenados (Gestos) [BRITO 1995].

A proposta deste trabalho parte do mapeamento dos parâmetros linguísticos das línguas de sinais em um modelo matemático de autômatos finitos determinísticos (Grafos Direcionados) utilizados como máquinas de estado para a estruturação e representação de sinais em línguas de sinais em animações vetoriais geradas em tempo de execução. A característica paramétrica das línguas de sinais permite que seus aspectos linguísticos possam ser quantificados em valores discretos que combinados formam um sinal dotado de sentido semântico e sintático.

Derdardi [DENARDI 2006], apresentou um modelo similar que valida o conceito de mapeamento de parâmetros linguísticos em uma estrutura de autômatos finitos.

Por meio do Falibras<sup>1</sup>, tradutor de português para LIBRAS (software de licença de código livre desenvolvido pela Universidade Federal de Alagoas) o sistema envia textos em português e recebe como resposta uma estrutura de dados contendo dados linguísticos que são mapeados para o sistema de máquinas de estados que controla as animações.

## **2. Gerador de Animações em Tempo de Execução**

Por meio de autômatos finitos para a definição de uma estrutura de máquinas de estados, onde cada estado configura um item fonético da LIBRAS; Técnicas de computação gráfica para realização de modificações morfológicas; E a plataforma oferecida pela engine de desenvolvimentos de jogos, Unity Engine<sup>2</sup>, é possível processar e sintetizar esses dados linguísticos em sinais animados.

Utilizando do tradutor Falibras que traduz do português para glosas em LIBRAS, o sistema proposto neste trabalho possibilita a tradução de sentenças em português, em sentenças em LIBRAS animadas por um modelo 3D humanoide.

### **2.1. Máquinas de Estados**

Tendo como base a característica paramétrica da língua de sinais, este trabalho propõe uma arquitetura baseada em máquinas de estados onde cada um dos parâmetros gramaticais da língua de sinais é representado por uma máquina de estados; E cada item fonológico de cada categoria morfológica é um estado de sua respectiva máquina de estado. Ao concatenar itens fonológico, um sinal em língua de sinais é produzido.

A língua de sinais utilizada na produção do modelo conceitual foi a LIBRAS, porém a característica abstrata do modelo apresentado possui potencial escalável para qualquer língua de sinais, dado que a única variável entre as línguas de sinais são as combinações dos fonemas.

#### **2.1.1. Implementação**

Na Unity Engine, uma máquina de estados possui o conceito de camada, o sistema pode ter múltiplas camadas (Múltiplas máquinas de estados). As camadas podem ser ligadas

---

<sup>1</sup><http://www.falibras.org/>

<sup>2</sup><https://unity3d.com/>

diretamente a uma região específica no corpo do modelo 3D humanoide, que no caso desse sistema, existem seis camadas: Configurações de mão (Direita e esquerda); Pontos de articulação (Direito e esquerdo); Direção; Expressões não-manuais.

Os outros aspectos do sinal (Velocidade e movimento), são obtidos pela manipulação e combinação dos estados nas máquinas de estados. Os estados numa camada correspondem aos arquivos de animações que o modelo possui. O controle da máquina de estados é realizado pela API de controle do sistemas Mecanin da Unity Engine, onde a estrutura lógica das máquinas de estados é definida no próprio Unity Engine, por meio de uma ferramenta gráfica de estrutura de grafos direcionados.

### 2.1.2. Estrutura linguística mapeada em múltiplas máquinas de estados

A representação de um conjunto de item fonético em um estado de uma máquina de estados, torna o sistema de máquinas de estados numa estrutura geradora de sinais. Similar ao que acontece com a definição de uma gramática numa linguagem natural, onde um alfabeto, um conjunto de regras de produção e uma sintaxe, possibilitam a criação de séries de palavras (Sentenças).

A forma mais simples de formação de um sinal dá-se pela combinação de estados de uma ou mais camadas do sistema de máquinas de estados, o qual forma um fonema (Correspondente a uma sílaba numa língua oral). No sistema, a representação formal para um sinal é uma lista ordenada de oito elementos:

$$Sinal = [float, int, int, int, int, int, int, int]$$

A lista de elementos que configuram um sinal simples consiste de um número de ponto flutuante normalizado que define a velocidade de execução; Um número inteiro de repetição; Seis inteiros ordenados, sendo cada posição do arranjo correspondente a uma camada da máquina de estados.

A formação de sinais compostos dá-se pela concatenação de sinais simples, processo conhecido como justaposição na linguística; Ou pela modificação de sinais simples ou outros sinais compostos, na linguística, esse processo é chamado de aglutinação. Ambos processos são reproduzidos por meio das manipulação da estrutura de lista ordenada apresentada anteriormente: Uma lista ordenada de listas de sinais:

$$Sinais = [Sinal[], Sinal[], Sinal[]]$$

O sinal ESCOLA é composto pelos sinais CASA e ESTUDAR. Então um sinal pode ser definido por um sinal apenas ou por uma sequência de sinais ordenados.

$$ESCOLA = [CASA[], ESTUDAR[]]$$

## 2.2. Geração de Sinais Animados

O sistema possui as características de um autômato finito, onde este só possui informação do seu estado atual e dos estados que ele pode assumir [HOPCROFT 2002], portanto, as

animações geradas são transiêntes e não persistentes.

Animações são geradas a partir de dados espaciais e temporais. Esses dados são referentes a posição espacial de pontos no espaço cartesiano (Keyframe) em um determinado instante dentro de um intervalo de tempo definido (Timeline).

### 2.2.1. Representação de itens fonéticos

Como um item fonético é um componente estático, este pode ser representado por um keyframe, que consiste da representação espacial de um modelo 3D sinalizando o determinado item fonético. Cada um desses keyframes é um estado de uma das máquinas de estados. As combinações de dois ou mais destes itens formam um fonema.

### 2.2.2. Compositor Morfológico

Um morfema é a unidade mínima dotada de sentido (Corresponde a uma palavra numa língua oral), este é constituído de fonemas organizados em série, de forma que estes sobrepõem-se ou sucedem-se. Portanto, é uma estrutura dinâmica.

Para tornar a sinalização um gesto natural e contínuo, os keyframes do estado atual são interpolados com os keyframes do estado que a máquina irá assumir. Onde a interpolação é uma operação que calcula uma série de quadros intermediários num intervalo contínuo entre o keyframe inicial e o final.

Portanto, os processos morfológicos de justaposição e aglutinação são obtidos por meio da interpolação dos dados do estado atual pelo estado final da máquina de estados.

## 3. Considerações Finais

O desenvolvimento de uma estrutura de geração de sinais baseada em métodos formais linguísticos representados em um modelo matemático abstrato, torna a sinalização um processo quantificável e decomponível à estruturas paramétricas básicas que podem ser manipuladas e estudadas. Agregando um potencial totalmente escalável para qualquer língua de sinais ser representada pelo modelo.

## References

- BRITO, L. (1995). *Por Uma Gramática de Línguas de Sinais*. Tempo Brasileiro, Rio de Janeiro.
- DENARDI, R. (2006). *Aga-sign: Animador de gestos aplicado à língua de sinais*. Master's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Informática, Porto Alegre.
- HOPCROFT, J. (2002). *Introdução à Teoria de Autômatos, Linguagens e Computação*. Editora Campus, Rio de Janeiro.
- STOKOE, W. (1960). *Sign and Culture: A Reader for Students of American Sign Language*. Listok Press, Silver Spring, MD.