

## AGA-Sign: Animador de Gestos aplicado à Língua de Sinais

RÚBIA MEDIANEIRA DENARDI<sup>1</sup>  
PAULO BLAETH MENEZES<sup>1</sup>  
ANTÔNIO CARLOS DA ROCHA COSTA<sup>2</sup>

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Informática  
Caixa Postal 15064 - CEP:90501-970 Porto Alegre, RS  
UCPel - Universidade Católica de Pelotas  
Escola de Informática  
Rua Félix da Cunha, 412 - CEP:96010-000 Pelotas, RS

<sup>1</sup>(rmdenardi, blauth)@inf.ufrgs.br

<sup>2</sup>rocha@ucpel.tche.br

**Resumo.** Este artigo tem como objetivo apresentar o modelo AGA-Sign, um animador de gestos aplicado à Língua de Sinais, desenvolvido para aplicações voltadas à educação especial, em particular, à educação de surdos. Para a representação de sinais é utilizado o sistema de escrita para línguas de sinais denominado *SignWriting*. No caso dos exemplos mostrados neste trabalho, os sinais utilizados pertencem à LIBRAS - Língua Brasileira de Sinais, a língua gestual utilizada pelos surdos brasileiros, mas o sistema aplica-se a qualquer língua de sinais, devido à universalidade do *SignWriting*. O AGA-Sign é baseado no modelo de animação AGA, Animação Gráfica baseada em Autômatos Finitos, e em sua linguagem de especificação, a AgaML, dos quais são apresentadas as vantagens de utilização.

**Palavras-Chave:** línguas de sinais, LIBRAS, *SignWriting*, animador baseado na Teoria dos Autômatos, animações de sinais.

## AGA-Sign: Animator of Gestures applied to the Sign Languages

**Abstract.** This article has as objective to present the model AGA-Sign, an animator of gestures applied to the Sign Languages, developed for applications directed to the special education, in particular, to the education of deaf people. For the representation of signs is used the writing system of sign languages called *SignWriting*. In the examples shown in this work, the used signs belong to the LIBRAS - Brazilian Sign Language, the gestual language used by Brazilian deaf people, but the system applies itself to any sign language, due to universality of the *SignWriting*. The AGA-Sign is based on the animation model AGA, Graphic Animation based on Finite Automata, and on its specification language, the AgaML, of which are presented the advantages of use.

**Keywords:** sign languages, LIBRAS, *SignWriting*, animator based on Automata Theory, sign animation.

(Recebido para publicação em 2 de novembro de 2004 e aprovado em 20 de dezembro de 2004)

## 1 Introdução

A expansão da Internet e o crescente desenvolvimento de tecnologias para a *Web* fazem com que um grande número de pessoas com necessidades distintas procurem nelas as informações de que necessitam, utilizando a Internet como um meio de ensino/aprendizagem.

Devido à diversidade de pessoas que utilizam a Internet como meio de ensino, existem várias pesquisas que buscam cada vez mais desenvolver tecnologias, metodologias e ferramentas que atendam às necessidades destas pessoas. Voltados para o caso das pessoas com necessidades especiais, particularmente os surdos, encontram-se, por exemplo, [6, 8, 11].

Levando-se em conta o número significativo de portadores de necessidades especiais, que segundo o Censo de 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, são 5.685.956 portadores de necessidades educativas especiais - PNNE, com dificuldades de audição no Brasil, em 2002 o Congresso Nacional e a Presidência da República aprovaram e sancionaram a Lei n.º 10.436, de 24 de abril de 2002, que reconhece a LIBRAS, Língua Brasileira de Sinais, como meio legal de comunicação e expressão da comunidade surda, e que estimula as escolas à sua adoção como recurso educacional.

Segundo [14], a surdez é uma diferença que faz de seus portadores pessoas que passam a se comunicar de forma essencialmente visual, portanto de forma perfeitamente compatível com a utilização do computador como ferramenta educacional, fazendo com que esse equipamento e a tecnologia de processamento de informação que o acompanha possam se tornar instrumentos de uso prioritário na educação de surdos.

O objetivo principal deste artigo é apresentar um programa para geração automatizada de animações de gestos, aplicado à Língua de Sinais, o AGA-Sign. Pretende-se que este animador possa ser usado em aplicações que auxiliem no processo de ensino e aprendizagem de surdos.

Adota-se no trabalho o sistema de escrita para línguas de sinais denominado *SignWriting*, que pode ser utilizado para o registro escrito de qualquer língua de sinais, de qualquer país do mundo.

A animação de sinais em ambiente *Web*, gerada a partir de textos de línguas de sinais escritos em *SignWriting*, vem sendo proposta há alguns anos e está inserida no contexto da área de Processamento de Línguas Naturais (PLN), que estuda os sistemas computacionais para compreensão e geração de línguas naturais faladas e escritas.

Eis alguns exemplos da utilização do *SignWriting* no desenvolvimento de ferramentas que venham a faci-

litar o processo de ensino e aprendizagem da comunidade surda. Na USP, sob a coordenação do Prof. Dr. Fernando Capovilla, e participação de informantes surdos da COPAVI (Cooperativa Padre Vicente - SP) e da FENEIS, preparou-se um dicionário de língua brasileira de sinais [3]. Na UCPel, o grupo de pesquisa que coordena o projeto SignNet [6] desenvolve textos em *SignWriting* e desenvolve a infraestrutura de software mínima necessária para viabilizar a aplicação das técnicas de processamento de línguas naturais (que vem sendo desenvolvidas, há muito, nas áreas da Inteligência Artificial e da Lingüística Computacional) às línguas de sinais utilizadas pelos surdos. Em especial, visa fazer isso para o caso da LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais). Na PUC-RS foi desenvolvido o SIGNSIM [2], uma ferramenta para o auxílio da aprendizagem da Língua de Sinais tanto para surdos quanto para ouvintes e, apresenta-se como um sistema de tradução entre a escrita da Língua Portuguesa e a escrita da Língua de Sinais.

A partir de estudos realizados sobre o *SignWriting* e sua contribuição para com a comunidade surda, propõe-se a geração de animações de sinais escritos em *SignWriting* em ambiente *WEB*. Para gerar as animações, usa-se o modelo de animações baseado na Teoria dos Autômatos, denominado AGA [1], o qual originou a linguagem de descrição da animação chamada AgaML (AGA Markup Language) [12], que estrutura o conteúdo da animação em autômatos que descrevem o comportamento de atores sintéticos durante a animação, onde cada ator sintético é controlado por um autômato próprio.

Tem-se conhecimento de algumas aplicações que geram animações a partir do *SignWriting* em ambiente *Web*. Existe uma a se ressaltar, a *VSigns* do *Informatics & Telematics Institute*, da Grécia [11]. *VSigns* gera sequências de animação VRML da notação de línguas de sinais, baseada na Animação de Corpo MPEG-4, onde a notação de sinais, em *SignWriting*, é fornecida como entrada e inicialmente convertida em SWML. Cada *box* de sinal (sinal básico) é convertido então em uma sequência de Parâmetros de Animação de Corpo (BAPs) do padrão MPEG-4, correspondente ao gesto representado. Por fim, estas sequências são usadas para animar os avatares VRML em conformidade com HANIM [9], reproduzindo os gestos exatos representados na notação da língua de sinais. Por ser um sistema de animação vetorial que usa poses-chave, o animador demanda recursos computacionais para calcular interpolações a fim de gerar as poses intermediárias.

Além de não consumir recursos computacionais, por ser um sistema de animação quadro-a-quadro, o uso

do AGA neste trabalho se justifica por apresentar características que favorecem sua aplicação na especificação e controle de animações para a *Web*:

1. A definição do alfabeto de saída como um conjunto de imagens básicas utilizadas na animação está ligada ao conceito de dicionário, que contribui para a redução do espaço de armazenamento da animação, pois uma mesma imagem é reutilizada em diversos momentos sem a necessidade de representá-la novamente. O AGA não restringe a forma de codificação de cada imagem do alfabeto, sendo assim podem ser empregadas tanto representações vetoriais quanto matriciais.
2. O encapsulamento das propriedades estéticas e comportamentais dos atores em uma unidade básica, o ator AGA, favorece que estes sejam reutilizados em diferentes animações. As variações desses atores podem ser exploradas simplesmente pela troca da fita de entrada. Essas características também colaboram para que animações novas sejam formadas a partir da combinação de animações existentes.

Na continuidade do artigo apresenta-se o sistema de escrita para línguas de sinais (*SignWriting*), uma visão da LIBRAS e do animador e, por fim, o modelo proposto AGA-Sign.

## 2 LIBRAS - Língua Brasileira de Sinais

As línguas de sinais utilizadas pelos surdos não são universais, cada país possuindo a sua língua de sinais, com estrutura gramatical própria e sofrendo influências da cultura nacional. Atribui-se às Línguas de Sinais o status de língua, e não de código artificial ou simples conjuntos de gestos mímicos, porque elas são compostas pelos mesmos níveis lingüísticos das línguas orais: o fonológico, o morfológico, o sintático e o semântico [7].

O fato de se valerem de uma forma de comunicação e expressão de natureza visual-motora, e não de natureza oral-auditiva, como as línguas orais, não impede as línguas de sinais de se constituírem em sistemas lingüísticos completos para transmissão de idéias e fatos, concretos ou abstratos. No Brasil, a língua de sinais é denominada LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais).

O equivalente da palavra, ou item lexical, nas línguas oral-auditivas é denominado de sinal nas línguas de sinais. Os sinais são formados por meio da combinação de formas e de movimentos das mãos e de pontos de referência no corpo ou no espaço.

Decretada e sancionada em 24 de abril de 2002, a Lei N° 10.436, no seu artigo 4º, dispõe o seguinte: "O sistema educacional federal e sistemas educacionais estaduais, municipais e do Distrito Federal devem garantir a inclusão nos cursos de formação de Educação Especial, de Fonoaudiologia e de Magistério, em seus níveis médio e superior, do ensino da Língua Brasileira de Sinais - Libras, como parte integrante dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs, conforme legislação vigente".

Nas línguas de sinais podem ser encontrados os seguintes parâmetros que formarão os sinais:

- Configuração das mãos: São formas das mãos que podem ser da datilologia (alfabeto manual) ou outras formas feitas pela mão predominante (mão direita para os destros ou esquerda para os canhotos), ou pelas duas mãos.
- Ponto de articulação: é o lugar onde incide a mão predominante configurada, ou seja, local onde é feito o sinal, podendo tocar alguma parte do corpo ou estar em um espaço neutro.
- Movimento: Os sinais podem ter um movimento ou não. Os movimentos podem ser internos às mãos (movimentos dos dedos) ou deslocamentos das mãos em relação ao corpo.
- Expressão facial e/ou corporal: As expressões faciais / corporais são de fundamental importância para o entendimento real do sinal, sendo que a entonação em Língua de Sinais é feita pela expressão facial.
- Orientação/Direção: Os sinais têm uma direção com relação aos parâmetros acima. Assim, os verbos IR e VIR se opõem em relação à direcionalidade.

Para conversar em LIBRAS, no entanto, não basta conhecer os sinais isoladamente, é necessário conhecer a estrutura gramatical das frases dessa língua, assim como os recursos de diálogo de que ela se vale.

Como citado anteriormente, a animação de gestos pode ser aplicada a qualquer língua de sinais. Entretanto, neste trabalho os sinais utilizados pertencem à LIBRAS, por ser a língua materna dos surdos brasileiros.

## 3 Escrita de Sinais

Foi criado há cerca de 20 anos por Valerie Sutton, fundadora do DAC (Deaf Action Committee), um sistema

de escrita para linguagens de sinais, chamado *SignWriting* [15].

As expressões gráficas do *SignWriting* (Figura 1) se restringem a descrever movimentos (manuais, braçais), assim como expressões faciais, e não o significado dos sinais, fazendo com que o sistema possa, por isso, representar qualquer língua de sinais.

Foi desenvolvido para ser uma forma escrita para línguas de sinais, assim como as diversas notações alfabéticas, silábicas e ideográficas foram desenvolvidas para serem formas escritas de línguas orais. Uma diferença óbvia e crucial, porém, é que essas últimas tiveram um desenvolvimento de caráter histórico, ao passo que *SignWriting* foi racionalmente concebido, sendo, portanto uma linguagem formal (embora sua especificação tenha um caráter semi-formalizado, como acontece usualmente com a maioria das notações gráficas).

Além do caráter gráfico, *SignWriting* foi concebido para ser registrado de modo estático, em papel. Isso se reflete no seu amplo repertório de símbolos dedicados à representação da dinâmica dos elementos corporais em jogo dentro dos sinais [4].



Figura 1: Exemplos de símbolos do *SignWriting*

O *SignWriting* é usado em mais de 30 países e no Brasil começou a ser utilizado em 1996. A partir disso se formaram grupos de trabalho com pessoas ouvintes e deficientes auditivas para a difusão do sistema e alfabetização da comunidade surda. Formaram-se também grupos de pesquisa para auxiliar no desenvolvimento de ferramentas que façam uso do sistema, entre as quais se encaixa o sistema descrito no presente trabalho.

Stumpf [14], relatando sua experiência sobre o uso do *SignWriting* na Escola Especial Concórdia, afirma que muitos alunos surdos quando aprendem a escrever pensam que o português escrito é a representação da língua de sinais que eles usam. Quando os alunos começam a aprender a escrita de sinais eles conseguem separar e ver que é outra língua. Trabalhando as duas línguas separadamente e comparando-as o resultado será melhor porque é assim que acontece a aprendizagem de uma segunda língua.

Os surdos em suas manifestações escritas podem produzir ótimos materiais como: literatura, poesia e textos, se possuírem o domínio do instrumento necessário para isso. Para a maioria, isto não acontece na língua portuguesa porque a dificuldade de aprendizado da língua oral pelos surdos é imensa.

Por esse motivo sempre existiu um grande interesse

por parte dos surdos em aprender a língua de sinais e, mais recentemente, em usar o sistema *SignWriting*.

A aplicação do *SignWriting* à LIBRAS produzindo a escrita de sinais brasileira fornece uma ferramenta adequada para que os alunos surdos cumpram o objetivo de registrar por escrito sua língua visual.

Para tornar possível o uso desse sistema em hipermeios e páginas do WWW, foi desenvolvido um conversor SW/SWML. SWML [5] é uma linguagem de marcação baseada em XML, para o armazenamento, troca e processamento de textos do *SignWriting*. Com a SWML é possível o intercâmbio de documentos entre diferentes programas, a análise de textos independente do editor e também serve como um formato de armazenamento de textos.

Os sinais são representados através de editores que processam sinais de maneira visual com símbolos do *SignWriting*, possibilitando aos usuários da linguagem de sinais poderem escrever textos na sua própria linguagem. Dispõem de símbolos de movimentos, formato de mãos, expressões faciais e ainda um Dicionário de Linguagens de Sinais, onde os usuários podem armazenar sinais, copiá-los e colá-los em documentos enquanto digitam.

#### 4 Modelo de Animação

Para gerar as animações usa-se o modelo de animações para *Web*, baseado na Teoria dos Autômatos, denominado AGA (Animação Gráfica baseada em Autômatos Finitos) [1]. O AGA especifica a animação a partir de um conjunto de atores (objetos) e suas respectivas variações durante a animação. As especificações em AGA são suportadas por um modelo formal baseado em autômatos com saída [10, 13].

No AGA, os atores da animação são especificados através de uma extensão proposta para o autômato com saída, a qual vincula as variações na forma gráfica do ator à saída do autômato. Deste modo, quando os autômatos são simulados, mediante a leitura de uma fita de entrada, as transições entre seus estados controlam a animação dos atores [1]. Na animação de línguas de sinais, cada ator representa um sinalizador, isto é, um personagem capaz de se expressar através de sinais.

A Figura 2 ilustra a estrutura básica de especificação do modelo AGA aplicada a uma animação de um ator. O ator *Mostrar*, é especificado a partir de autômatos com saída onde representações gráficas estão associadas às transições. Essas representações correspondem às variações gráficas que o ator pode sofrer durante a animação. Desta forma, quando o ator *Mostrar* realiza uma transição do estado 1 para o estado 2, a representação gráfica do ator apresentada na animação é alterada

para o afastamento das mãos em relação ao corpo.

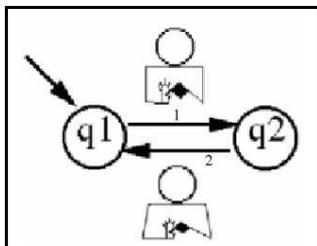


Figura 2: Ator especificado no modelo AGA

A escolha pelo AGA se deu devido a características que favorecem sua aplicação na especificação e controle de animações para a *Web*, as quais pode-se citar: espaço de armazenamento, suporte a recuperação de informação e manutenção do conteúdo das animações. Do AGA originou-se a linguagem de descrição da animação chamada AgaML (AGA Markup Language).

A AgaML organiza a especificação da animação a partir de três componentes básicos: a especificação dos atores AGA, a especificação das fitas de entrada e a criação das instâncias dos atores. As instâncias podem ser entendidas como a associação da especificação de um ator AGA com uma fita de entrada. As especificações dos atores podem ser utilizadas por várias instâncias diferentes, assim como, podem ser compartilhadas por diversas animações se armazenadas em arquivos independentes.

Neste trabalho, propõe-se a extensão do AGA e da AgaML para possibilitar a especificação de animações de Línguas de Sinais, extensão que chamamos de AGA-Sign.

## 5 AGA-Sign

A Figura 3 apresenta o modo de utilização do AGA-Sign.

Os módulos indicados são os seguintes:

1. **Editor SW:** Este módulo permite obter a representação de sinais, ou gestos, que são escritos em *SignWriting*. Como citado anteriormente, para esse trabalho, os sinais utilizados pertencem à LIBRAS;
2. **SWML:** Após a edição dos sinais, os arquivos resultantes (.sgn) são convertidos para textos SWML, gerados pelo Conversor SW/SWML, conforme apresentado na seção 3. Um texto convertido em SWML apresenta a posição, rotação, variação, preenchimento e forma de cada símbolo, como mostra o exemplo da Figura 4;

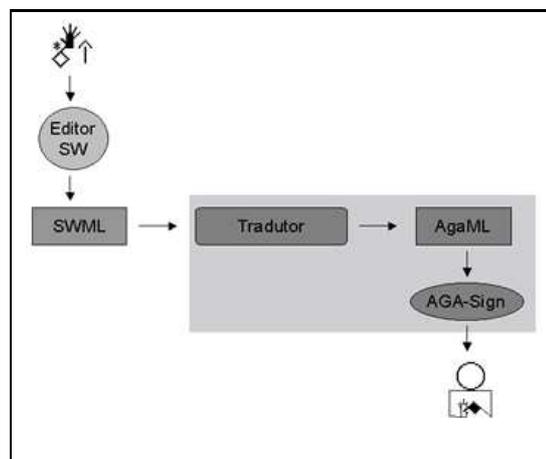


Figura 3: Modelo proposto

3. **Tradutor** de textos *SignWriting*: É o módulo central do sistema, encarregado de analisar o arquivo SWML e fazer a geração da fita de animação que vai ser utilizada pelo AGA-Sign.
4. **AgaML:** é a fita de entrada do animador AGA, formatada conforme as especificações AgaML, determinando as transições de estado dos atores participantes da animação.
5. **AGA-Sign:** é o módulo que produz a animação, usando o modelo de animação AGA.

O *parser* que faz a análise do texto *SignWriting* apresentado no arquivo SWML inicialmente identifica os símbolos que representam partes do corpo (cabeças, braços, etc.), como mostra a Figura 4.

Depois, os símbolos analisados são organizados em uma tabela conforme suas características, para determinar a sua localização no quadro de animação.

A partir desta análise são identificadas as regras de transição de estados que permitem reproduzir os movimentos constituintes do sinal que está sendo analisado e que estão representados no sinal escrito por meio de *símbolos de movimento*.

Os símbolos de movimento podem representar deslocamentos: retilíneos, verticais ou horizontais; circulares, horizontais ou verticais; e curvos, horizontais ou verticais (Figura 5).

Os símbolos de movimento podem ser modificados para indicar aspectos particulares de um movimento representado, como a maior ou menor distância percorrida (Figura 6), ou a direção do movimento (Figura 7).

A animação final é produzida em uma janela de animação, controlada pelo AGA-Sign (Figura 8).

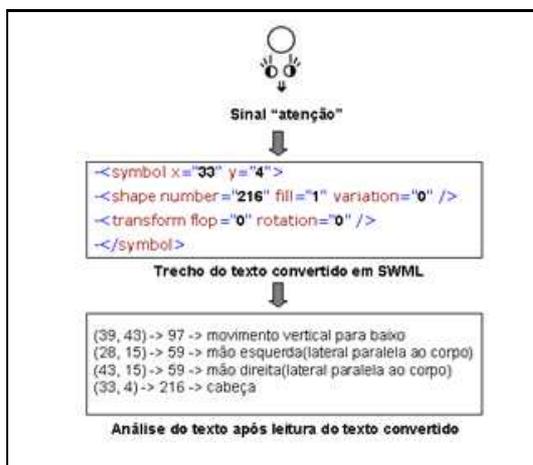


Figura 4: Exemplo de análise de texto

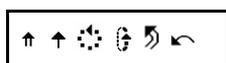


Figura 5: Exemplo de símbolos de movimento



Figura 6: Exemplo de variações de movimentos verticais

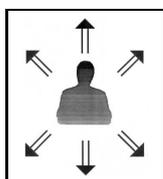


Figura 7: Exemplo de rotações de movimentos verticais

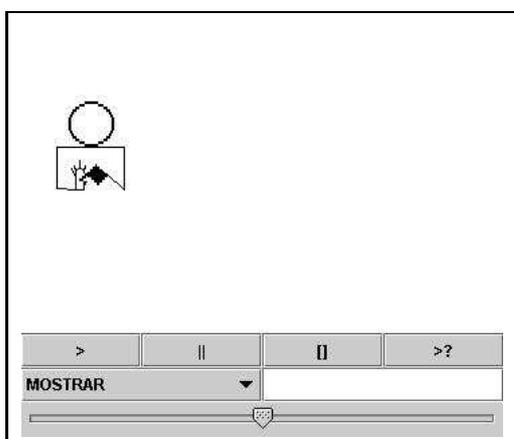


Figura 8: Player AGA com animação do sinal mostrar

## 6 Conclusão

Este trabalho está inserido no contexto de Processamento de Línguas Naturais (PLN), que estuda os sistemas computacionais para compreensão e geração de línguas naturais faladas e escritas.

O sistema *SignWriting*, utilizado neste trabalho, é um sistema de representação gráfica das línguas de sinais que permite através de símbolos visuais representar as configurações das mãos, seus movimentos, as expressões faciais e os deslocamentos corporais.

O *SignWriting* é usado em mais de 25 países e no Brasil trabalha-se desde 1996, com a formação de vários grupos em escolas e associações de surdos, interessados na difusão do sistema e alfabetização de crianças surdas. Também, formaram-se grupos de pesquisa para auxiliar no desenvolvimento de ferramentas que façam uso do sistema. Em todos lugares, o sistema *SignWriting* tem despertado a atenção das chamadas comunidades surdas locais (estudantes, professores, intérpretes de língua de sinais, familiares de surdos, etc.) e, conforme alguns trabalhos publicados [14, 3, 2], o sistema *SignWriting* tem tido uma boa aceitação por parte dessas comunidades surdas.

A aplicação do *SignWriting* à LIBRAS produzindo a escrita de sinais brasileira é uma ferramenta adequada para que os alunos surdos cumpram o objetivo de registrar por escrito sua língua visual.

A geração de animações de sinais através do modelo AGA pode contribuir bastante com o avanço das pesquisas nesta área e para a inserção do surdos no mundo das tecnologias da informação, especialmente a Internet.

As características da linguagem AgaML contribuem com a redução do espaço de armazenamento no servidor HTTP no desenvolvimento de várias animações, pois as estruturas definidas para especificações de atores, fitas e instâncias podem ser compartilhadas por diferentes animações, criando bibliotecas de atores e fitas de entrada, características que foram herdadas do XML para a criação de entidades externas.

O módulo mais importante do modelo é o Tradutor, onde é feita a análise dos sinais escritos. A análise possibilita a determinação das regras de movimentos, que controlam a posição e o deslocamento dos símbolos envolvidos na representação do sinal animado.

O AGA-Sign implementa toda a especificação da AgaML, sendo uma solução totalmente operacional, utilizada com sucesso para a criação de animações de sinais.

## 7 Trabalhos Futuros

A validação será realizada por professores, ouvintes e surdos, e por alunos surdos em uma escola especializada nesse tipo de educação, que fazem uso da LIBRAS e do sistema *SignWriting* de escrita.

## 8 Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo CNPq (Projetos HoVer-CAM, GRAPHIT, E-Automaton, SignNet), FINEP/CNPq (Projeto Hyper-Seed) e FA-PERGS (Projeto SignNet). Os autores agradecem, também, ao editor e aos revisores da InfoComp, pelas diversas sugestões que foram feitas e por toda atenção dispensada ao artigo.

## Referências

- [1] F. Accorsi. Animação bidimensional para world wide web baseada em autômatos finitos. In *WMF'2000 - 3rd Workshop on Formal Methods*, pages 122–127, João Pessoa, Paraíba, 2000.
- [2] M. d. B. Campos, L. M. M. Giraffa, and L. M. C. Santarosa. Signsim: uma ferramenta para auxílio à aprendizagem da língua brasileira de sinais. In *RIBIE - V Congresso Iberoamericano de Informática Educativa, 2000*, Viña del Mar - Chile, 2000.
- [3] F. C. Capovilla, W. D. Raphael, S. Y. Shin, M. P. Rocha, A. Geraldes, S. Marques, R. D. Luz, S. L. G. Neves, and K. Viggiano. Dicionário de língua brasileira de sinais: Ilustração e escrita visual direta de 3500 sinais usados pelos surdos em são paulo. In *Journal of the National Institute of Education of the Deaf*, volume 11, pages 84–88, Brazilian Government, 1999.
- [4] A. C. d. R. Costa. Aplicações de sign writing, 1997. Disponível em: <http://gmc.ucpel.tche.br/SignWriting/SWProj.html>. Acessado em set, 2000.
- [5] A. C. d. R. Costa. Swml - signwriting markup language, 2000. Disponível em: <http://swml.ucpel.tche.br>. Acessado em dez, 2000.
- [6] A. C. R. Costa. Site do projeto signnet, 2004. Disponível em: <http://sign-net.ucpel.tche.br/>. Acessado em out, 2004.
- [7] FENEIS. Libras, 2002. Federação Nacional de Educação e Integração dos Surdos. Disponível em: <http://www.feneis.com.br>. Acessado em out, 2003.
- [8] FIAP. Projeto de olho na WEB!, 2004. Faculdade de Informática e Administração Paulista. Disponível em: [http://www.fiap.com.br/portal/int\\_cda\\_conteudo.jsp?ID=9647](http://www.fiap.com.br/portal/int_cda_conteudo.jsp?ID=9647). Acessado em out, 2004.
- [9] H. A. W. Group. Hanim, 2004. Disponível em: <http://www.h-anim.org/>. Acessado em abr, 2004.
- [10] J. E. Hopcroft and J. D. Ullman. *Introduction to Automata Theory, Languages and Computation*. Addison Wesley, 2<sup>a</sup> edição, 2000.
- [11] I. . T. Institute. Vsigns, 2004. Disponível em: <http://vsigns.iti.gr>. Acessado em abr, 2004.
- [12] G. d. C. Magalhães. Aga player: Animação 2d baseada em autômatos para a web. Porto Alegre, 2002. Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Trabalho de Conclusão.
- [13] P. B. Menezes. *Linguagens Formais e Autômatos*. Editora Sagra Luzatto, Porto Alegre, 2000.
- [14] M. R. Stumpf. Língua de sinais: escrita dos surdos na internet. In *RIBIE - V Congresso Iberoamericano de Informática Educativa, 2000*, Viña del Mar - Chile, 2000.
- [15] V. Sutton. Sign writing, 1990. Disponível em: <http://www.signwriting.org>. Acessado em set, 2000.