

O Reconstructor Sinc Finito Amostrado Normalizado Bidimensional

CARLOS AUGUSTO PAIVA DA SILVA MARTINS

JOÃO ANTONIO ZUFFO

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

LSI - Laboratório de Sistemas Integráveis

Divisão de Sistemas Digitais

Av. Prof. Luciano Gualberto, travessa 3, n.158

05508-900 - São Paulo, SP, Brasil

[capsm, jazuffo]@lsi.usp.br

Abstract. This paper analyses the proposal for a new reconstructor called Normalized Sampled Finite Sinc Reconstructor NSFSR different from the zero order reconstructor ZOR to avoid the jaggie effect. The proposed reconstructor has behavior more similar to the ideal reconstructor used in the original sampling theorem. Some tests were done in space and frequency domain comparing this reconstructor with the ZOR. The conclusion is that the RSFAN is much better than the ZOR. Studies and improvements should be done, but the results so far are very expressive and promising.

Keywords: jaggie effect, reconstruction error, reconstructors, zero order reconstructor.

1 Introdução

Entre os erros de amostragem e reconstrução, este último é a única causa do efeito de serrilhamento em dispositivos matriciais de exibição de imagens [MART94]. O frame buffer usado na maioria dos sistemas computacionais pode ser modelado como um reconstructor de ordem zero (ROZ) [FOLE90], que gera muito erro de reconstrução. Assim, para tentar eliminar o serrilhamento produzido pelo ROZ devemos usar reconstructores mais parecidos com o reconstructor ideal do teorema da amostragem [SHAN49].

O objetivo principal deste trabalho é propor um novo tipo de reconstructor para eliminar o efeito de serrilhamento existente nos dispositivos matriciais de exibição de imagens.

Desenvolvemos duas propostas de reconstructores, o Reconstructor Sinc Finito Amostrado (RSFA) e o Reconstructor Sinc Finito Amostrado Normalizado (RSFAN). Neste trabalho mostramos apenas o RSFAN, pois o RSFA é melhor que o ROZ, mas apresenta problemas de efeito de Gibbs e não é muito promissor.

A importância desta pesquisa é que as imagens são fundamentais nas aplicações computacionais atuais e futuras, e o serrilhamento causa grande perda de qualidade nas imagens exibidas.

2 Método reconstructor proposto

O método de reconstrução proposto RSFAN, possui como característica principal ser o mais próximo possível do reconstructor ideal usado no enunciado original do teorema da amostragem [SHAN49]. Uma análise mais detalhada deste reconstructor é apresentada em [MART94].

Os reconstructores RSFAN 2-D são implementados através da aplicação dos reconstructores RSFAN 1-D nas direções dos eixos x e y , usando-se o princípio da separabilidade [LIM90] como fundamento teórico.

O reconstructor Sinc ideal, possui suporte infinito no domínio do espaço e não pode ser implementado na prática. Assim, para eliminar esta limitação de suporte infinito desenvolvemos o RSFA. Ele é gerado pela amostragem do reconstructor Sinc ideal com um número finito de amostras, mas apresenta alguns problemas de efeito de Gibbs. Para solucionar a limitação do efeito de Gibbs desenvolvemos o RSFAN, que é gerado pela amostragem do reconstructor Sinc ideal no domínio do espaço com um número finito de pontos, que são posteriormente normalizados pela divisão do valor de cada amostra (função Sinc amostrada) pela soma dos valores de todas as amostras. O número de amostras usadas no cálculo dos pontos interpolados é $(2 * m)$, e o fator de interpolação é igual a (n) . Os pontos interpolados (piZ) são calculados pela equação 1, que representa uma convolução discreta parametrizada.

$$piZ = \sum_{X=1}^m aaX * sync_n(d_piZ_aaX) + \sum_{Y=1}^m apY * sync_n(d_piZ_apY) \quad (1)$$

$$e (Z = 1, \dots, n-1)$$

Onde:

aaX: é a amostra anterior X, X = 1, ..., m.

apY: é a amostra posterior Y, $Y = 1, \dots, m$.
 piZ: é o ponto interpolado Z, $Z = 1, \dots, n-1$.
 d_piZ_aaX: é a distância entre piZ e aaX.
 d_piZ_apY: é a distância entre piZ e apY.
 sync_n: é a função sinc ideal normalizada.

3 Resultado do método reconstrutor proposto

A análise do reconstrutor proposto é feita comparando-se imagens reconstruídas usando-se o RSFAN e o ROZ. Analisamos as imagens reconstruídas nos domínios do espaço e frequência, apesar de apresentarmos nesta comunicação somente o domínio do espaço. Apresentamos a análise de uma imagem médica, onde pode existir erro de amostragem. Usamos fator de interpolação igual a 4, isto é, entre cada dois pontos de amostras geramos 3 pontos interpolados. Testes mais extensos são apresentados em [MART94].

Observando-se a figura 1 que mostra a imagem reconstruída usando ROZ no domínio do espaço, podemos perceber nitidamente o efeito de serrilhamento ou ladrilhamento, principalmente nas regiões das bordas periféricas e na região central da imagem. Enquanto, na figura 2 que mostra a imagem reconstruída usando o RSFAN 4 pontos no domínio do espaço não percebemos nem serrilhamento nem efeito de Gibbs.

Usando-se apenas análise visual, observamos que a imagem que apresenta melhor qualidade é a gerada pelo RSFAN 4 pontos.

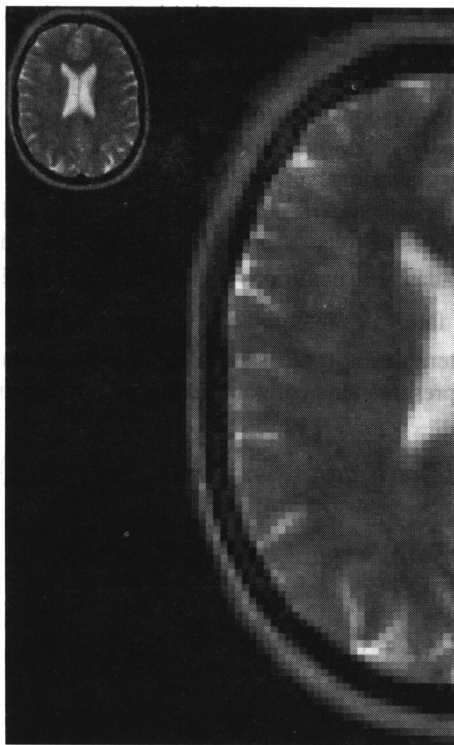


Fig. 1 Imagem reconstruída usando ROZ

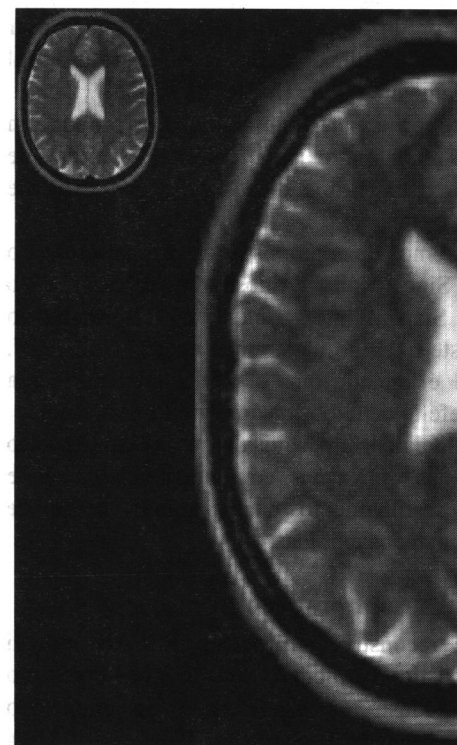


Fig. 2 Imagem reconstruída usando RSFAN

4 Conclusão

Comparando-se os resultados da aplicação dos reprodutores ROZ e RSFAN, concluímos que o último apresenta resultados muito melhores. Assim o objetivo principal foi alcançado, pois o reconstrutor proposto diminui muito o efeito de serrilhamento.

Os resultados obtidos até o momento são muito promissores. Entretanto, devemos alterar o reconstrutor proposto com o objetivo de otimizar o seu desempenho.

Entre os trabalhos futuros podemos citar: reprodutores mais otimizados que o RSFAN; reprodutores implementados em hardware; subsistema de exibição de imagens usando reconstrutor diferente de ROZ; e reprodutores e arquiteturas dedicadas em 3-D.

5 Referências Bibliográficas

[FOLE90] FOLEY, J. D.; VAN DAM, A.; FEINER, S. K.; HUGHES, J. F. Computer graphics - principles and practice. 2 ed. Addison-Wesley, 1990.

[LIM90] LIM, J. S. Two-dimensional signal and image processing, Prentice-Hall, 1990.

[MART94] MARTINS, C. A. P. S. , O efeito de serrilhamento em dispositivos matriciais de exibição de imagens como erro de reconstrução, Dissertação (Mestrado), PPGEE-UFMG, Belo Horizonte, 1994.

[SHAN49] SHANNON, C. E. Communication in the Presence of Noise Proceedings of the I.R.E. jan 1949, pp.10-21.