한국컴퓨터정보학회 하계학술대회 논문집 제20권 제2호 (2012. 7)

물리적 모델링을 이용한 GPU 기반 기타 음 합성

강성모°, 김철홍**, 김종면*
°*울산대학교 전기공학부, **전남대학교 전자컴퓨터공학부
e-mail: justiceskull@naver.com°, chkim22@chonnam.ac.kr**, jmkim07@ulsan.ac.kr*

GPU based Sound Synthesis of Guitar using Physical Modeling

Seong-mo Kang°, Cheol-Hong Kim**, Jong-myon Kim*
°*School of Electrical Engineering, University of Ulsan
**School of Electronics and Computer Engineering, Chonnam National University

● 요 약 ●

본 논문에서는 GPU 컴퓨팅 환경에서 물리적 모델링 기반의 음 합성 알고리즘을 수행하는 경우에 GPU의 개수에 따른 성능 및 에너지 효율의 변화를 분석한다. 실험결과, 6개의 GPU를 사용하였을 때 가장 좋은 성능을 보였으며, 1개의 GPU에서 가장 높은 에너지 효율을 보였다.

키워드: 범용 GPU (general-purpose computing on graphics processing units), 음 합성(sound synthesis), 물리적 모델링(physical modeling)

I. 서 론

오늘날의 GPU는 고성능 컴퓨팅에 있어서 가장 적합한 솔루션이라고 평가되고 있으며 많은 양의 연산을 필요로 하는 의료, 군사, 자연과학 등의 다양한 분야에서 연구되고 있다[1]. GPU 컴퓨팅에서 데이터 처리는 수백에서 수천 개의 코어를 이용하여 병렬로 처리된다. 이러한 이유로 기존의 순차적인 알고리즘을 GPU 환경에서 효율적으로 사용하기 위해서는 알고리즘을 병렬적으로 수정할 필요가 있다.

물리적 모델링 기반의 음 합성 알고리즘은 고음질의 음을 합성할 수 있다는 장점이 있지만, 많은 양의 연산을 요구하기 때문에 실시간 처리에 제약을 가진다. 이를 해결하기 위하여 물리적 모델링 기반의 음 합성 알고리즘의 병렬화 연산을 통해 GPU 컴퓨팅 환경에서 기타 음 합성 알고리즘을 구현하였다. 또한 GPU의 개수 변화에 따라 성능 및 에너지의 변화량을 측정하여 에너지효율의 변화를 분석하였다.

II. GPU에서의 물리적 모델링

1. 실험 환경

시스템에 사용된 CPU는 인텔사의 Xeon x5690이며, 연산에 사용되는 GPU는 NVIDIA의GeForce GTX 580을 사용하였다[2]. 표 1은 기타의 음 합성을 위해 사용된 실험 환경을 나타낸다.

표 1. 시스템 환경
Table 1. System Environment

실험 요소	장치 명
CPU (수)	Intel Xeon x5690 3.46GHz (2)
Memory	144 (GB)
OS	CentOS 5.8
GPU (수)	NVIDIA GeForce GTX 580 (6)

2. 음 합성을 위한 물리적 모델링

본 논문에서는 기타 음 합성을 위해 물리적 모델링 알고리즘을 이용하였으며, 그림 1은 이를 위한 현 모델을 나타낸다.

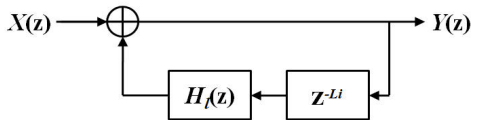

그림 1. 현 모델
Fig. 1. String model

여기서 $H_l(z)$는 루프 필터, z^{-L_i}는 지연라인을 나타낸다. 지연라인의 지연길이 L은 합성음의 기본 주파수를 결정하며 $L = f_s/f_0$ (f_s는 합성음의 샘플링률, f_0은 합성음의 기본주파수)로 계산된다. 또한 파동의 감쇄를 표현하기 위해 식 (1)과 같은 루

프 필터를 사용하였다.

$$H_l(z) = g\frac{1+a_1}{1+a_1 z^{-1}} \qquad (1)$$

여기서 g는 0Hz에서의 필터 이득, a_1은 차단 주파수를 결정하는 필터 계수이다[3].

III. 실험 결과

1. 합성음 결과

본 논문에서는 물리적 모델링을 통한 기타의 개방 현에 대한 음을 GPU 기반의 컴퓨팅 환경에서 합성하였다. 그림 2는 CPU와 GPU에서의 합성음의 스펙트럼을 보이며, 두 합성음은 매우 유사함을 알 수 있다.

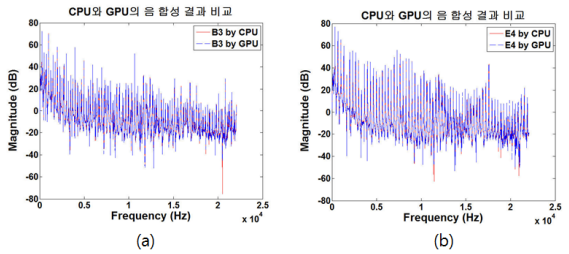

그림 2. 기타의 합성음의 스펙트럼 결과 비교. (a) E4(329.63 Hz), (b) B3(246.94 Hz)
Fig. 2. Spectra of synthesized sounds. (a) E4(329.63 Hz), (b) B3(246.94 Hz)

2. 실행시간

그림 3은 GPU의 개수 변화에 따른 음 합성 알고리즘의 성능을 측정하기 위해서 GPU 장치의 개수를 1개, 2개, 3개 6개로 늘려가면서 CPU와의 성능을 비교하였다. 또한 GPU 개수 변화에 따른 전력소비를 측정하고 이를 통한 에너지 효율의 변화를 확인하였다. 그림 4는 측정한 전력 및 에너지 효율의 변화를 나타낸다.

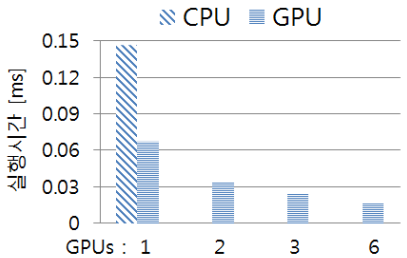

그림 3. GPU 개수에 따른 음 합성 알고리즘의 실행시간
Fig. 3. Execution times of the sound synthesis algorithm according to the number of GPU

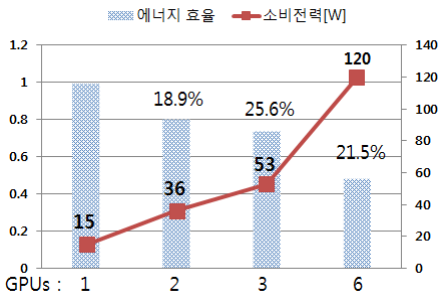

그림 4. GPU 개수에 따른 에너지 효율 및 소비전력
Fig. 4. Energy efficiency and power consumption according to the number of GPU

IV. 결 론

본 논문에서는 GPU 컴퓨팅 환경에서 GPU의 개수 변화에 따른 물리적 모델링 기반의 음 합성 알고리즘의 성능 및 에너지 효율을 평가하였다. 실험결과, 6개의 GPU를 사용하였을 때 가장 좋은 성능을 보였으며, 1개의 GPU에서 가장 높은 에너지효율을 보였다.

감사의 글

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2012-0004962).

참고문헌

[1] S.-W. Choi, J.-H. Lee, “Current Status and Prospects of a Personal-Supercomputer using GPU Parallel Comuting Technology”, The Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol. 36, No.5, pp.18-27, 2009.

[2] NVIDIA GeForce Datasheet, http://www.nvidia.co.kr/docs/IO/100940/GeForce_GTX_580_Datasheet.pdf

[3] V. Valimaki, J. Juopaniemi, M. Karjalainen, and Z. Janosy, “Physical Modeling of Plucked String Instruments with Application to Real-time Sound Synthesis,” J. Audio Eng. Soc., Vol.44, No.5, pp. 331-353, 1996.