

AMBA 버스 기반의 SoC 시스템의 성능 향상을 위한 중재 알고리즘

이영원, 송문빈, 정연모
 경희대학교 전자공학과

e-mail : lywonny@khu.ac.kr, good52@khu.ac.kr, chung@khu.ac.kr

Arbitration algorithm for performance improvement of AMBA bus system

Youngwon Lee, Moonvin Song, Yunmo Chung
 Dept. of Electronic Engineering
 Kyung Hee University

Abstract

The AMBA(Advanced Microcontroller Bus Architecture) system is one of the most important elements having an influence upon system performance in ARM-based SoC environments. The system guarantees easy connection and good performance as a 32-bit bus system for ARM processors. In this paper, we analyze arbitration algorithms for the AHB bus of the AMBA system and propose an efficient algorithm to improve the performance of the bus system.

I. 서론

SoC 환경에서 사용할 IP 설계와 더불어 또 다른 중요한 사항은 IP들을 연결할 버스 시스템의 설계이다. 이 버스 시스템과 IP 간의 호환성, 그리고 버스 시스템 자체의 성능이 SoC 설계의 중요한 측면으로 점차 부각되고 있다.

AMBA는 SoC 설계를 위해 널리 사용되는 버스 시스템으로 여러 개의 마스터와 슬레이브 간의 버스 사용을 중재하기 위한 알고리즘을 필요로 한다. 또한 시스템의 성능을 높이기 위해서는 응용 환경에 따라 서로 다른 버스 중재 알고리즘을 적용해야할 필요가 있다.

본 논문에서는 일반적인 버스 중재 알고리즘들의 형태를 C와 HDL을 이용하여 비교, 분석, 구현한 후 AMBA의 AHB 버스를 기반으로, 버스 응답 속도와 버스 사용률을 기준으로 보다 나은 알고리즘을 제안하고자 한다.

II. AMBA 버스

버스 시스템의 대표적 중재 알고리즘으로는 Static fixed priority와 Round-robin이 일반적이다. 그런데 이 알고리즘은 시스템의 성능을 높이기에는 비효율적인 면이 많았다. 그래서 waiting time control 알고리즘과 short job first 알고리즘을 사용해서 [표1]과 같이 성능을 높일 수 있었다[2].

표 1. Bus performance for different arbitration algorithms

Master #	M1	M2	M3	M4	M5	defalut
Traffic type	High	High	Low	Low	Low	-
<i>Priority</i>						
Max wait (clock cycle)	15	17	83	481	602	-
Average wait (clock cycle)	0.46	0.46	4.74	5.88	6.40	-
Bus Use (%)	27.7	28.5	9.0	10.2	9.8	14.8
<i>Priority with waiting time control</i>						
Max wait (clock cycle)	26	40	89	96	98	-
Average wait (clock cycle)	0.47	0.75	5.68	5.38	5.9	-
Bus Use (%)	32.0	30.4	10.4	11.2	10.4	5.6
<i>Short job first</i>						
Max wait (clock cycle)	85	494	20	24	22	-
Average wait (clock cycle)	0.80	1.89	1.45	1.98	1.84	-
Bus Use (%)	30.3	29.5	10.6	9.9	9.7	9.9
<i>Short job first with waiting time control</i>						
Max wait (clock cycle)	82	95	32	41	41	-
Average wait (clock cycle)	1.25	1.49	1.98	2.63	2.78	-
Bus Use (%)	33.5	32.6	12.1	10.7	10.7	0.3

[표1]에서는 기존의 priority 알고리즘과 전송작업량이 적은 작업을 먼저 처리하는 Short first 알고리즘을 기준으로, 버스사용을 요청한 직후부터 버스 사용허가권을 얻기까지의 시간이 일정 기준 시간을 넘지 않도록 하는

waiting time control 알고리즘을 사용하여 버스의 성능을 평가하였다.

Short job first 알고리즘은 마스터가 버스를 사용하지 않을 경우 할당되는 default 마스터의 버스 점유율이 0.3%로 버스 사용 휴지기가 적어 버스 사용 효율이 높으며, waiting time이 다른 알고리즘보다 적어 버스 사용 요청에 대한 응답 속도가 빠름을 볼 수 있다. 그러나 이 알고리즘은 시스템 전체의 성능을 높일 수는 있지만 멀티미디어 환경에 주로 사용되는 멀티프로세서환경의 SoC시스템에는 적당하지 않다. 멀티프로세서를 사용하는 SoC 시스템은 그만큼 다양한 기능을 동시에 처리해야하며 그와 동시에 특정 작업의 우선처리가 요구됨과 동시에 실시간성이 요구되기 때문이다.

III. Adaptive Priority 알고리즘

본 논문에서는 시스템의 특성상 어떠한 마스터가 버스 사용 요청 빈도가 높은지, 또한 전송 작업량이 적은지 (short job first)를 기준으로 시스템의 특성을 파악하고 마스터의 우선순위를 조정하여 주요 작업의 실시간성을 확보하는 것을 목표로 하였다. 또한 마스터의 버스 사용 요청 후 사용허가권을 얻기까지의 응답시간(waiting time control)을 컨트롤하여 시스템의 전체 성능의 향상을 꾀하였다.

[그림1]에서와 같이 아비터에 들어오는 신호 중 버스 사용을 요청하는 마스터의 ID와 작업량을 측정할 수 있는 HTRANS 신호를 누적 통계치를 산출하게 된다.

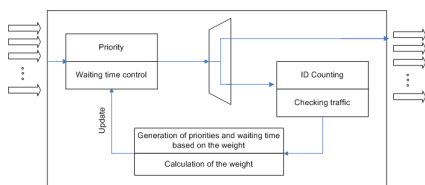


그림 1. Adaptive Priority 알고리즘

본 논문에서 제안하는 우선순위는 버스 사용 요청 빈도에 비례하고 전송량에 반비례한다. 버스 사용 빈도가 높고, 적은양의 데이터를 주로 전송하는 마스터의 우선순위를 높여 줌으로써 좀 더 중요하고 쉬운 작업부터 처리하도록 마스터의 우선순위를 조정한다.

V. 실험 결과 및 결론

각각의 알고리즘을 HDL을 이용하여 AMBA를 설계하였으며 [표 2]와 같은 특성을 갖는 시스템을 기준으로 각각의 알고리즘을 [그림 2]와 [그림 3]에서와 같이 비교, 평가하였다.

표 3. 마스터의 작업 특성

구분	요청 1회당 전송량	요청횟수
마스터1	high	low
마스터2	low	low
마스터3	high	high
마스터4	low	high
Default	no	no

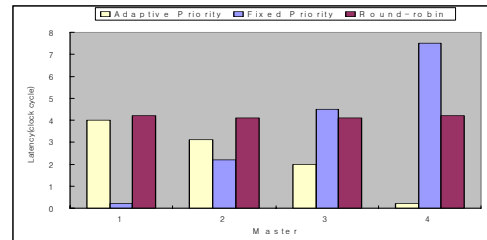


그림 2. Static fixed priority 와 Round-robin, Adaptive priority 간의 버스 사용 허가 지연 비교

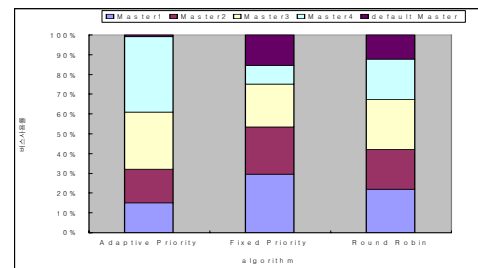


그림 3. Static fixed priority 와 Round-robin, Adaptive priority의 마스터 간 버스 점유율

[그림 2]에서 제안한 adaptive-priority 알고리즘에는 시스템특성에 따라 마스터4, 3, 2, 1의 순으로 우선순위가 변경되어 버스 사용 허가 지연 시간이 변화한 것을 볼 수 있으며, waiting time control 알고리즘으로 인해 버스 사용 허가 지연이 다른 알고리즘보다 낮은 것을 볼 수 있다.

[그림 3]에서는 버스사용휴지기에 해당하는 default 마스터의 사용률이 다른 알고리즘에 비해 크게는 15%이상 적어 버스 사용이 효율적이라는 것을 알 수 있다. 또한 시스템의 특성에 따른 우선순위 변화에 의해 마스터4의 버스 사용률이 다른 마스터에 비해 현저히 높아져 주요 작업에 대한 실시간성이 확보 되었다고 볼 수 있다.

참고문헌

[1] AMBA specification, rev. 1 March 2004.
 [2] M. Conti and M. Caldari, "Performance Analysis of Different Arbitration Algorithm of the AMBA AHB Bus," DAC 2004, Jun 7-11, 2004.
 [3] Chang Hee Pyoun, Choi Ho Lin, Hi Seok Kim, Chong Wha Chong, "The Effective Bus Arbitration Scheme In SoC Enviroment," IEEE, 2004.