2002년도 대한전자공학회/대한전기학회 시스템 및 제어분야 합동 추계학술대회 논문집(2002.11.30)

DMA Priority selection module 설계 및 구현

황 인 기
한국전자통신연구원
전화 : 042-488-9789 / 핸드폰 : 016-208-7787

Design and Implementation of DMA priority section module

In-Ki Hwang
ETRI
E-mail : ikhwang74@etri.re.kr

Abstract

This paper proposed a effective priority selection algorithm named weighted round-robin algorithm and show the implementation result of DMAC priority selection module using prosed weighted round-robin algorithm. I parameterize timing constraints of each functional module, which decide the effectiveness of system. Proposed weighted round-robin algorithm decide the most effective module for data transmission using parameterize timing constraints and update timing parameter of each module for next transmission module selection. I implement DMAC priority selection module using this weighted round-robin algorithm and can improve the timing effective for data transmission from memory to functional module or one functional module to another functional module.

I. 서론

근래의 시스템 설계 방법은 코어 프로세서와 다양한 주변 로직을 하나의 칩으로 구현하는 SoC(System On a Chip)가 그 주를 이루고 있다. 이러한 SoC의 코어 프로세서는 다양한 기능 모듈의 데이터 입출력을 제어하여야 하며, 폴링이나 인터럽트를 이용하여 이러한 작업을 수행하게 된다. 하지만, 이러한 데이터 입출력 제어는 코어 프로세서에게 부담으로 작용하여 보다 효과적인 동작을 할 수 없게 된다. 특히, 다양한 입출력 경로를 갖는 시스템이 구현되어진다고 하면, 코어 프로세서는 이들의 시간적 제약에 어긋나지 않도록 입출력의 순서를 결정하여야 하고, 또한 코어 프로세서의 데이터 읽기와 쓰기 동작은 몇 주기에 거쳐 진행되므로 코어 프로세서에겐 부담이 되고, 시스템의 성능도 저하시키게 된다.

DMAC(Direct Memory Access Controller)는 이러한 코어 프로세서의 부담을 덜어주기 위해 존재하는 모듈로 메모리에서 기능 모듈간 또는 하나의 기능 모듈에서 다른 기능 모듈로의 데이터 전달을 빠른 시간 안에 효과적으로 처리할 수 있는 기능을 갖는다.

이러한 DMAC의 구성 모듈 중 가장 중요한 부분이 우선 순위를 결정하는 모듈이다. 서로 다른 n 개의 모듈이 데이터를 전송하려 할 때, 과연 어느 모듈부터 어떤 기준을 가지고 우선 순위를 주는가를 결정하는 기능을 수행하는 모듈이 우선 순위 결정 모듈이다. 이러한 우선 순위 결정 모듈은 각 기능 모듈의 시간적 제약 특성과 데이터의 크기 등을 고려하여 그 우선성을 결정하여야 한다.

본 논문에서 제안하는 가중 라운드 로빈 방법을 이

용한 우선 순위 결정 모듈은 시간적 제약을 파라메터화하여 여러 기능 모듈로부터 DMAC에 요구가 왔을 때, 가장 효과적인 스케줄링을 가능하게 한다.

II. 가중 라운드 로빈 우선 순위 결정 방법

2.1 종래의 우선 순위 결정 방법

일반적으로 사용되는 우선 순위 결정 방법으로는 고정 우선 순위 결정 방법과 라운드 로빈 우선 순위 결정 방법이 있다.

고정 우선 순위 결정방법에 대해서 설명하면, n 개의 기능 모듈의 우선 순위를 시스템 초기화 시 결정지어 놓는 방법으로, 한 번 결정된 순서는 변화하지 않는다. 예를 들어, CH1 > CH2 > CH3 의 순서로 우선 순위를 결정하면, CH1 과 CH2의 데이터 입출력 요구가 DMAC에 들어올 때, 무조건 CH1 의 데이터 입출력을 선행한 후 CH2의 데이터 입출력을 수행하는 방법이다.

이러한 고정 우선 순위 결정 방법은 구현이 수월하지만, 데이터 처리 시간에 여유가 있는 CH1 과 시간적 제약이 있는 CH2가 동시에 데이터 입출력 요구를 하였을 때, CH1을 먼저 처리한 후 CH2를 처리하기 때문에, 효과적으로 입출력을 제어하지 못하는 경우가 발생할 수 있다는 단점이 있다.

다음, 라운드 로빈 우선 순위 제어 방법에 대해서 설명하면, 시스템 초기화 시에 우선 순위를 결정하는 것은 고정 우선 순위 결정방법과 같지만, 한번 요구를 해서 데이터 입출력 기능을 수행한 모듈은 우선 순위가 최하위로 떨어지게 된다.

예를 들어, CH1 > CH2 > CH3 의 순서로 우선 순위가 초기화 시에 결정되었다고 하고, CH1의 입출력 요구를 받아 들여 데이터 입출력을 수행한 경우, CH1의 우선 순위는 최하위가 되어 CH2 > CH3 > CH1로 우선 순위가 뒤바뀌게 된다. 이 상태에서 다시 CH3의 데이터 입출력 요구가 발생하여 처리하게 되면, 운선 순위는 CH1 > CH2 > CH3의 순서로 수행된 CH3 보다 우선 순위가 높은 CH2 도 그 우선 순위가 하위로 떨어지게 된다는 단점이 있다.

이러한 방법은 일단 데이터의 입출력을 수행한 모듈은 다음 데이터 입출력까지 어느 정도 시간적 여유가 있기 때문에, 다른 모듈의 우선 순위를 높여 주는 것이 효과적이라는 생각을 바탕을 두고 제안된 방법이다.

2.2 가중 라운드 로빈 우선 순위 결정 방법

가중 라운드 로빈 우선 순위 결정 방법은 기존의 라운드 로빈 우선 순위 결정 방법에 각 기능 모듈의 시간적 제약 조건을 파라메터로 사용하여 개선시킨 방법이다.

우선 시스템 초기화 시에 우선 순위를 결정해 놓는 것은 기존의 방법과 같다. 하지만 시스템 초기화를 진행하면서, 각 기능 모듈의 시간적 제약 조건을 비교하여, 각 기능 모듈의 파라메터를 결정한다. 시간적 제약이 큰 모듈엔 낮은 값을, 시간적 여유가 있는 모듈엔 높은 값의 파라메터를 지정한다. 이 때, 각 파라메터의 값은 가장 낮은 파라메터 값의 비례정도로 결정한다.

각 기능 모듈에서 DMA 동작을 위한 요구가 DMAC에 들어 왔을 때, 요구가 들어온 기능 모듈은 일정 값의 파라메터를 가지고 있고, 다음 요구가 들어올 때까지는 초기에 결정한 파라메터 만큼의 여유가 생기게 된다. 상대적으로 요구를 하지 않은 모듈들은 요구를 하여 DMA 동작이 수행되는 동안 DMAC에 요구를 할 수 없으므로, 선택된 기능 모듈의 파라메터 값 정도의 시간적 제약이 늘어나게 된다. 따라서, 각 기능 모듈의 현재 파라메터 값에서 요구가 받아들여진 기능 모듈의 파라메터 값을 뺀 새로운 파라메터를 갖게 하여, 선택되지 않은 기능 모듈들의 우선 순위를 높게 한다.

구체적인 예를 통해 설명하면, 우선, 데이터 입출력을 요구할 수 있는 채널을 각각 CH1, CH2, CH3이라 하고, 각 채널의 시간적 제약 조건이 CH1은 20 msec에 한번씩은 동작해야 한다고 하고, CH2는 50 msec, CH3은 70 msec에 한번씩은 동작해야 한다고 할 때, 각 채널의 시간적 제약 조건으로부터 최소의 시간적 제약 조건인 CH1의 20msec을 기준 채널로 삼아, 다른 채널의 제약 조건을 파라메터화 하면, 표 1에서와 같이 초기 우선 순위가 결정될 수 있다.

예로 CH1, CH1 과 CH2, CH3의 순서로 DMA 요구가 발생한다고 하면, 각 CH의 파라메터 값은 표 1과 같이 변화하게 된다. 요구를 한 채널이 우선권을 갖게 되고, 동시에 두 개 이상의 채널에서 요구를 할 경우, 그 파라메터 값을 비교하여, 파라메터 값이 더 낮은 채널이 우선권을 갖게 된다. 위의 예의 결과로 우선권이 주어지는 채널을 결정하면 다음의 그림과 같다.

우선 CH1의 요구가 받아들여지고, CH2와 CH3의 파라메터는 CH1의 파라메터를 뺀 만큼 감소하게 된다. 다음 CH1과 CH2의 요구가 동시에 들어오면, 현 상태의 우선 순위(CH1 : 1, CH2 : 1.5)를 비교하여 더 낮은 값을 갖는 CH1의 요구를 먼저 받아들이게 되고, 다

표 5. 예제의 파라메터 변화표

	CH1	CH2	CH3
초기값	1	2.5	3.5
CH1	1	1.5	2.5
CH1	1	0.5	1.5
CH2	1	2.5	1.5
CH3	1	2.5	3.5

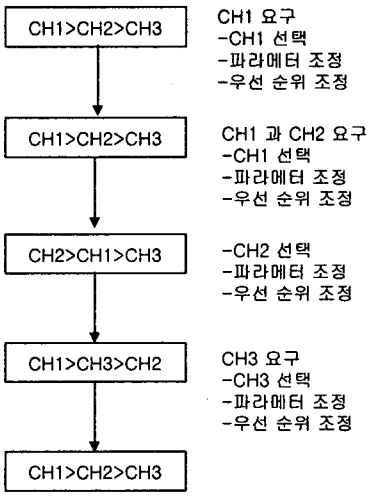

그림 1. 예제의 우선 순위 결정도

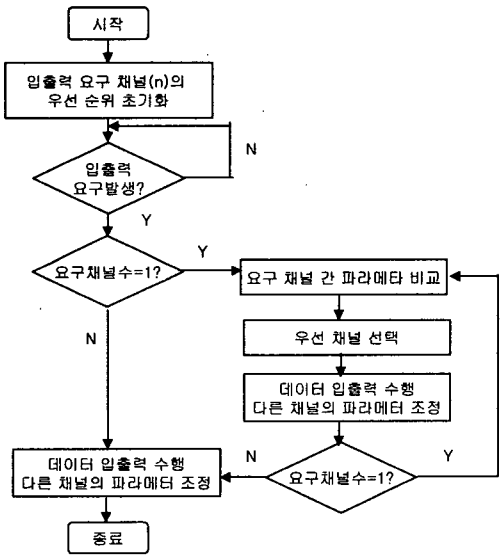

그림 2. 가중 라운드 로빈 우선 순위 결정 방법의 순서도

음으로 CH2의 요구를 받아 들여 CH2에게 우선권이 주어진다. 이때, CH2의 파라메터 값은 시스템 초기화 시의 값으로 복원되고, CH1과 CH3의 값은 CH2의 파라메터 만큼 감소한다. 만약 감소한 값이 음의 값을 갖는다면, 현 상태의 값을 유지한다. 마지막으로 CH3의 요구가 받아 들여 지고, CH3의 DMA 동작이 수행되며, 파라메터 값들이 조정된다.

그림 2는 가중 라운드 로빈 우선 순위 결정 방법의 순서도이다.

III. DMAC 우선 순위 결정 모듈 구현

DMAC 는 n 개의 채널에서 DMA 요구 신호를 받아 각각의 시간적 제약에 대한 파라메터를 비교하여 DMA bus master 요구 신호를 arbiter로 전달하고, arbiter는 코어 프로세서와의 우선권과 DMA의 우선권을 비교하여, bus master 신호를 전달해 준다. DMA는 arbiter로부터 bus master 허가 신호를 받게 되면 bus에 대한 master로써 메모리에서 기능 모듈간 또는 메모리에서 메모리, 서로 다른 기능 모듈간의 데이터 전송을 수행하게 된다.

이러한 DMAC 동작 순서에 있어 우선 순위 결정 모듈은 n 개의 채널에서 받은 DMA 요구 신호 중 우선권이 높은 채널의 요구 신호를 결정해 주는 역할을 수행한다. 다음은 DMA 우선 순위 결정 모듈의 구조도 이다.

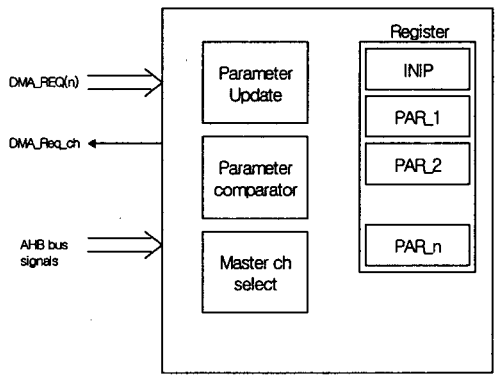

그림 3. DAMC 우선 순위 결정 모듈 구조도

그림에서 INIP는 시스템 초기화 시, 각 채널의 초기 우선 순위를 결정하기 위한 레지스터이고, PAR_n은 각 채널의 시간적 제약에 대한 파라메터의 값을 저장하기 위한 레지스터이다.

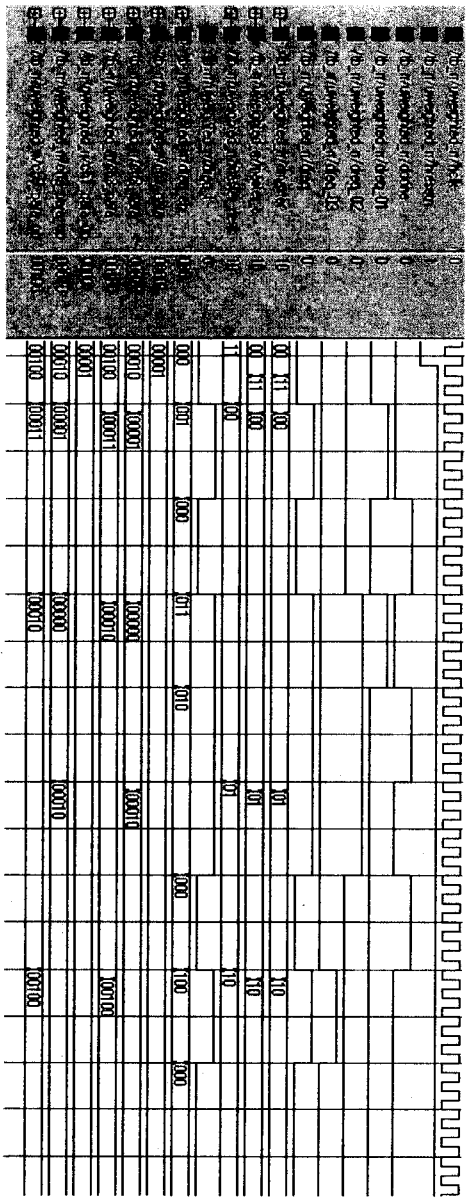

그림 4. DMAC 우선 채널 결정 모듈 시뮬레이션 결과

그림 4는 CH1, CH2, CH3의 파라메터를 각각 1, 2, 4로 세팅하여 테스트 벡터로 시험한 결과 파형이다. CH1, CH1 & CH2, CH3의 순서로 DMA 요구를 발생시킨 경우로 초기 우선 순위는 CH1>CH2>CH3로 결정하였다. 그림에서 우선 각 채널의 초기 파라메터 값이 결정되고, 각 채널의 요구가 발생할 때마다 그 값은 조정되어 저장된다. 하나의 채널에서 DMA 요구가 들어오면, 해당 채널에 우선권이 주어지고, 2개 이상의 채널에서 동시에 요구가 들어올 땐, 파라메터 값을 비교하여, 더 작은 파라메터를 가지고 있는 채널에 우선권을 부여한다. 그림에서 CH1과 CH2가 동시에 DMA 요구를 발생시키는 경우가 있다. 예제의 경우, 두 채널의 파라메터 값이 같은데, 이 경우엔 초기에 결정된 우선 순위에 입각하여, 우선권을 부여하게 된다.

V. 결론

본 논문에서는 가중 라운드 로빈 방법을 이용한 DMAC 우선 순위 결정 모듈을 제안하였다. 가중 라운드 로빈 방법은 기존의 우선 순위 결정 방법과 비교하여, 시간적 제약 조건을 파라메터로 사용하여 우선 순위를 결정하기 때문에, 여러 기능 모듈이 집적되어 있는 SoC를 구현함에 있어, 보다 시간에 효과적으로 각 모듈의 데이터 입출력을 제어할 수 있다.

본 논문에서는 구현된 DMAC 우선 순위 결정 모듈에 대한 구조를 설명하고 있고, 예제를 통한 시뮬레이션 결과를 제시하고 있다. 구현된 DMAC 우선 순위 결정 모듈은 ALTERA사의 EPXA10 FPGA를 이용하여 검증되었다.

참고문헌(또는 Reference)

[1] INTEL 8237A HIGH Performance Programmable DMA controller

[2] HITACHI SuperH™ RISC engine SH7727 Hardware Manual