

## EA0028: 임베디드 소프트웨어 I 실습

상명대학교 컴퓨터과학과

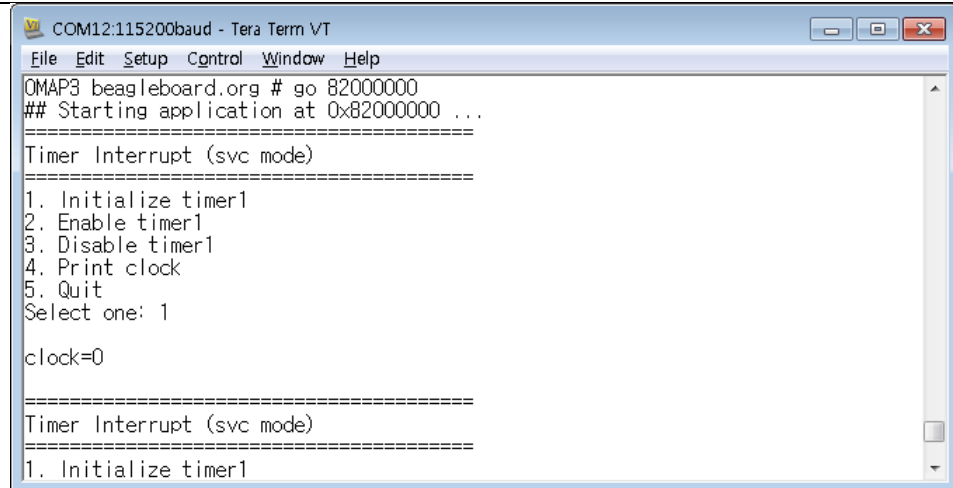
2019년 1학기

실습 번호	07	실습 점수	/10
실습 날짜	2019년 월 일	실습 폴더	~/es1/lab07
학생 이름		학번	
실습 제목	Timer Interrupt Programming		
참고 자료	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 신동하, 7 Timer Interrupt Programming, 임베디드 소프트웨어 I 강의 자료, 2019.</li> <li>2. ARM Limited, ARM® Architecture Reference Manual, ARM DDI 0100I, July 2005. (Chapter A2.6)</li> <li>3. ARM Limited, ARM® Architecture Reference Manual ARM®v7-A and ARM®v7-R Edition, ARM DDI 0406B, July 2009. (Chapter B1.6)</li> <li>4. Texas Instruments, AM335x ARM® Cortex™-A8 Microprocessors (MPUs) Technical Reference Manual, SPRUH73J, December 2013. (Chapter 6, 8, 20)</li> </ol>		

실습 번호	1	점수	3
실습 내용	<p>아래에 설명하는 timer interrupt를 처리하는 프로그램을 작성하라.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>파일: start.S</p> <p>이 부분은 이전 실습 05 Exception Programming 혹은 이전 실습 06 SWI Programming에서 작성한 프로그램 파일 start.S와 같이 IRQ exception이 순조롭게 처리될 수 있도록 exception vector를 프로그래밍 한다. IRQ exception의 C handler 함수 이름은 handle_irq()인데 이 함수는 프로그램 파일 handler.c에 정의된다.</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>파일: timer.c</p> <p>이 파일은 주어진다. 이 파일에는 timer interrupt programming을 시험하는 함수 main()이 정의되어 있다. 함수 main()은 5개의 메뉴를 출력하고 선택한 메뉴에 따라 함수 TIMER_init(), TIMER_enable() 및 TIMER_disable()을 부른다. 이들 함수는 프로그램 파일 handler.c에 정의된다.</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>파일: handler.c</p> <p>이 파일에는 아래와 같은 함수를 프로그램한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 함수 handle_irq(): 이 함수는 IRQ exception의 C handler 함수이다. 이 함수는 DMTimer1의 TISR(Timer Status Register)의 적절한 bit를 read하여 timer overflow interrupt이 발생하였는지 점검하고, 발생이 확인되면 전역변수 clock의 값을 1 증가시킨 후 TISR의 적절한 bit을 write하여</li> </ul> </div>		

	<p>pending event를 clear시킨다. 그리고 INTC_CONTROL(New Interrupt Agreement Register)을 사용하여 발생한 IRQ를 reset하여 새 IRQ 생성을 enable 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>함수 TIMER_init(): 이 함수는 1 ms 주기, overflow 기능을 가지는 DMTimer1를 초기화한다. 이를 위하여 다음과 같은 일을 순서적으로 수행한다. (1) DMTimer1의 TCLR(Timer Control Register)을 사용하여 timer를 stop시킨다. (2) DMTimer1의 TCRR(Timer Counter Register), TPIR(Timer Positive Increment Register), TNIR(Timer Negative Increment Register) 및 TLDR(Timer Load Register)을 사용하여 timer를 1 ms 주기로 설정한다. (3) DMTimer1의 TCLR(Timer Control Register)을 사용하여 timer를 autoreload mode로 설정한다. (4) INTC의 INT_MIR0-3(Interrupt Mask Register0-3)을 사용하여 DMTimer1을 제외한 모든 interrupt를 mask한다. (5) DMTimer1의 TISR를 사용하여 timer의 모든 pending event를 clear시킨다. (6) DMTimer1의 TIER(Timer Interrupt Enable Register)를 사용하여 timer를 overflow mode로 설정한다. (7) INTC의 INTC_CONTROL을 사용하여 IRQ를 reset하여 새 IRQ 생성을 enable 한다.</li> <li>함수 TIMER_enable(): DMTimer1의 TCLR을 사용하여 timer를 start시킨다.</li> <li>함수 TIMER_disable(): DMtimer1의 TCLR을 사용하여 timer를 stop시킨다.</li> </ul>
실습 결과	1.1. 작성한 프로그램 파일 start.S, timer.c 및 handlers.c를 출력하고 출력물 우측 여백에 연필로 직접 프로그램의 설명을 적어서 제출하라.

실습 번호	2	점수	7
실습 내용	<p>앞 실습에서 작성한 프로그램 파일 start.S, timer.c 및 handlers.c를 컴파일하여 timer.bin을 생성하라. 이 프로그램을 수행한 후 아래와 같은 동작을 순서대로 실행하라.</p> <p>(동작 1) 메뉴 1번을 선택하여 timer를 초기화 한다. 이때 화면에 clock=0이 display된다.</p>		

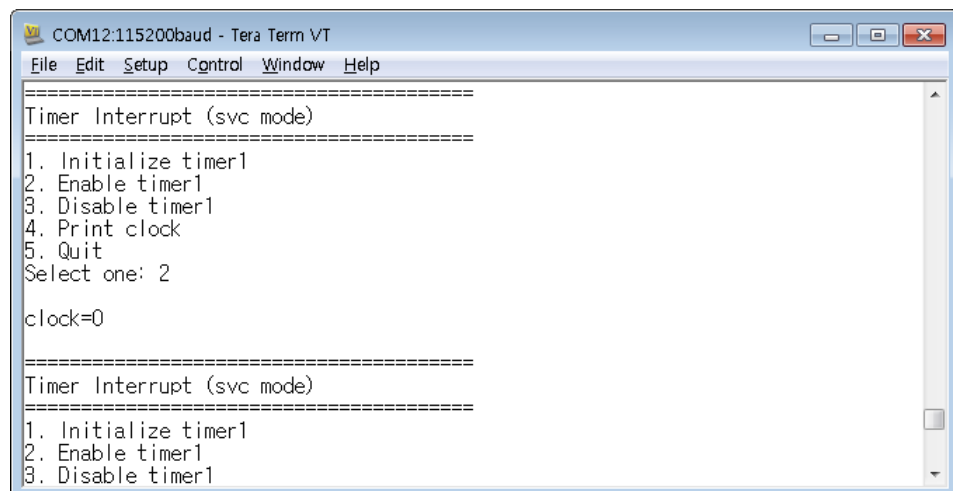


```
COM12:115200baud - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
=====
OMAP3 beagleboard.org # go 82000000
## Starting application at 0x82000000 ...
=====
Timer Interrupt (svc mode)
=====
1. Initialize timer1
2. Enable timer1
3. Disable timer1
4. Print clock
5. Quit
Select one: 1

clock=0

=====
Timer Interrupt (svc mode)
=====
1. Initialize timer1
```

(동작 2) 메뉴 2번을 선택하여 timer를 start시킨다. 이때 화면에 clock=0이 출력된다.

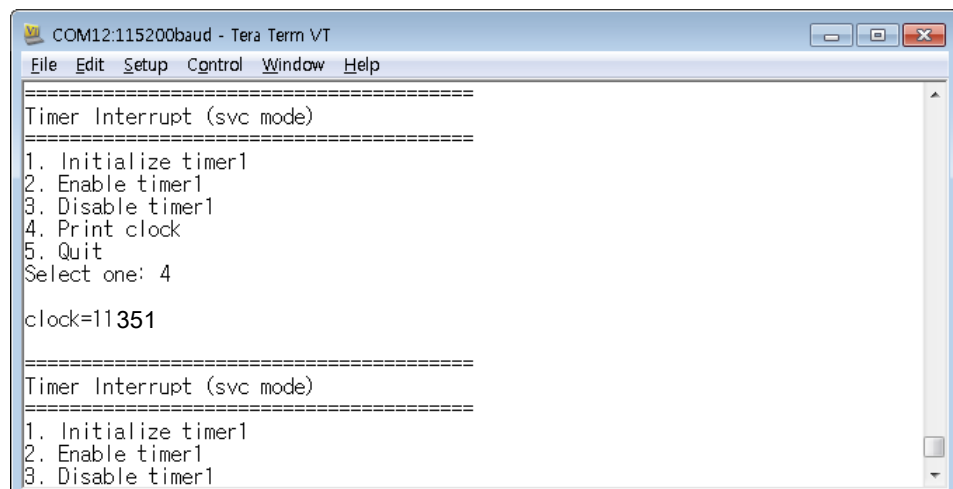


```
COM12:115200baud - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
=====
Timer Interrupt (svc mode)
=====
1. Initialize timer1
2. Enable timer1
3. Disable timer1
4. Print clock
5. Quit
Select one: 2

clock=0

=====
Timer Interrupt (svc mode)
=====
1. Initialize timer1
2. Enable timer1
3. Disable timer1
```

(동작 3) 메뉴 4번을 선택하여 현재 timer 값을 출력한다. 이때 화면에 clock=n이 출력된다. 여기서 n은 (동작 2)와 (동작 3) 사이 걸린 시간(ms)이다.

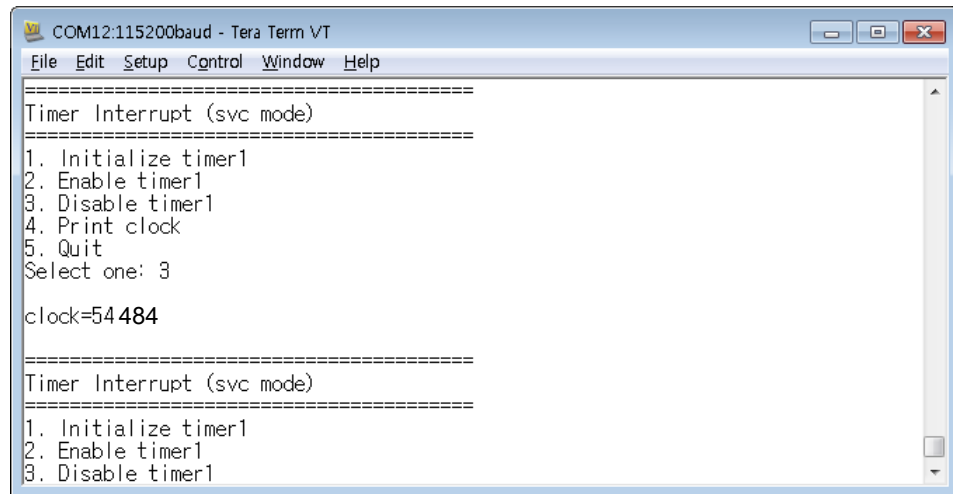


```
COM12:115200baud - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
=====
Timer Interrupt (svc mode)
=====
1. Initialize timer1
2. Enable timer1
3. Disable timer1
4. Print clock
5. Quit
Select one: 4

clock=11351

=====
Timer Interrupt (svc mode)
=====
1. Initialize timer1
2. Enable timer1
3. Disable timer1
```

(동작 4) 메뉴 3번을 선택하여 timer를 stop시킨다. 이때 화면에 clock=n이 출력된다. 여기서 n은 (동작 2)와 (동작 4) 사이 걸린 시간(ms)이다.

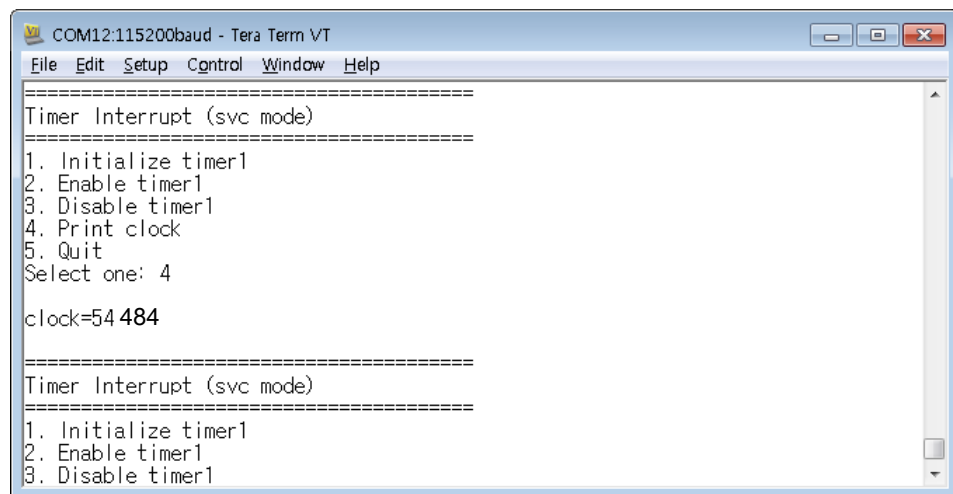


```
COM12:115200baud - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
=====
Timer Interrupt (svc mode)
=====
1. Initialize timer1
2. Enable timer1
3. Disable timer1
4. Print clock
5. Quit
Select one: 3

clock=54484

=====
Timer Interrupt (svc mode)
=====
1. Initialize timer1
2. Enable timer1
3. Disable timer1
```

(동작 5) 메뉴 4번을 선택하여 현재 timer 값을 출력한다. 이때 화면에 clock=n이 출력된다. 여기서 n은 (동작 4)에서 출력한 n 값과 동일한 값이다.

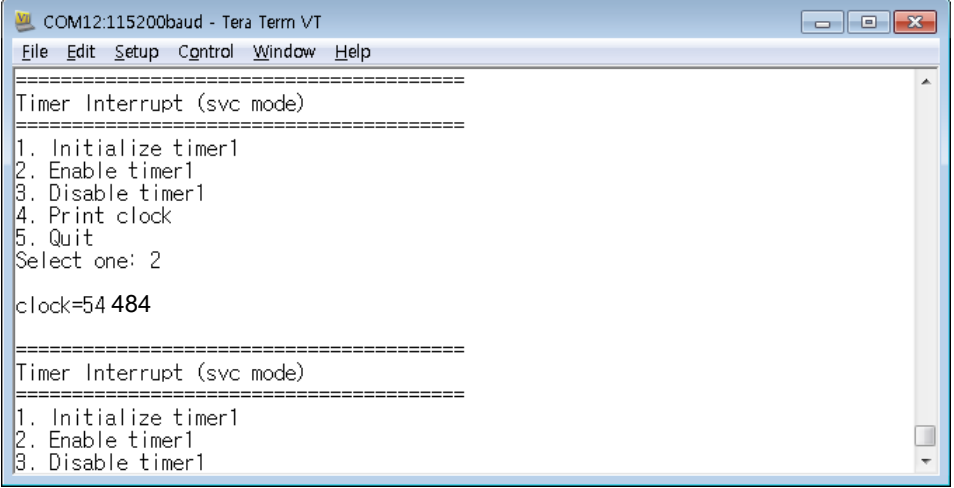
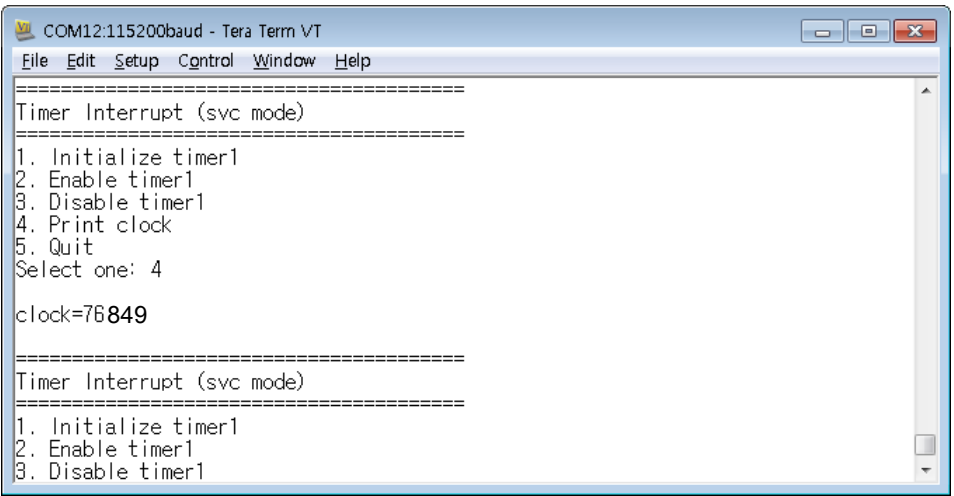


```
COM12:115200baud - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
=====
Timer Interrupt (svc mode)
=====
1. Initialize timer1
2. Enable timer1
3. Disable timer1
4. Print clock
5. Quit
Select one: 4

clock=54484

=====
Timer Interrupt (svc mode)
=====
1. Initialize timer1
2. Enable timer1
3. Disable timer1
```

(동작 6) 메뉴 2번을 선택하여 timer를 start시킨다. 이때 화면에 clock=n이 출력된다. 여기서 n은 (동작 5)에서 출력한 n 값과 동일한 값이다.

	 <p>(동작 7) 메뉴 4번을 선택하여 현재 timer 값을 출력한다. 이때 화면에 clock=n 이 출력된다. 여기서 n은 (동작 5)에서 출력한 n 값에 (동작 6)과 (동작 7) 사이에 걸린 시간(ms)를 더한 값이다.</p> 
실습 결과	<p>2.1. 위 그림과 같이 프로그램 timer.bin을 BeagleBone 상에서 수행한 화면 7개를 출력하여 제출하라.</p> <p>2.2. 수행한 화면 상에 출력된 clock의 값을 자세히 설명하라.</p>