Computer System Lab.

SCE University

Windows CE 환경에서 PXA320 프로세서의 DVFS를 위한 성능 모니터링

2007. 11 . 10

순천향대학교 컴퓨터공학부

심재원° , 이상정

E-mail : piring@gwbs.net, sjlee@sch.ac.kr

Computer System Lab.

SCE University

요약

- 성능 카운터를 이용하여 PXA320 프로세서 대한 성능 모니터링 구현
- DVFS (Dynamic Voltage/Frequency Scaling) 구성에 따른 각각의 벤치마크
- 성능 모니터링으로 측정된 데이터를 기반으로 DVFS 기법의 스케줄러 제작이 가능
- Intel XScale 마이크로아키텍처 기반의 Marvell PXA320 프로세서 사용
- Windows CE 운영체제

서론

- 최근의 컴퓨터 시스템의 설계와 관리에서 **전력 및 에너지**는 주요 관심사
- 강력한 모바일 프로세서의 등장
  - ✓에너지 요구 증가로 많은 전력 소모
  - ✓짧은 배터리 수명
  - ✓발열로 인한 에너지 손실
- 배터리 기반 장치들의 효율적인 전력관리 요구
  - ✓전력 소비량을 고려하는 H/W와 S/W의 설계 필요

DVFS (Dynamic Voltage/Frequency Scaling)

- 프로세서의 전력소모가 동작 주파수에 비례하는 특징 이용
- 프로세서 동작 주파수를 줄이고 그에 비례하여 구동 전압도 줄임
- 시스템의 공급전압과 클럭 주파수를 변경하여 마이크로프로세서 및 그 외 회로의 전력소모를 조정
- 프로그램 수행 중에 동적으로 프로세서의 전압 및 주파수를 조절
- 성능의 예측이 필수적

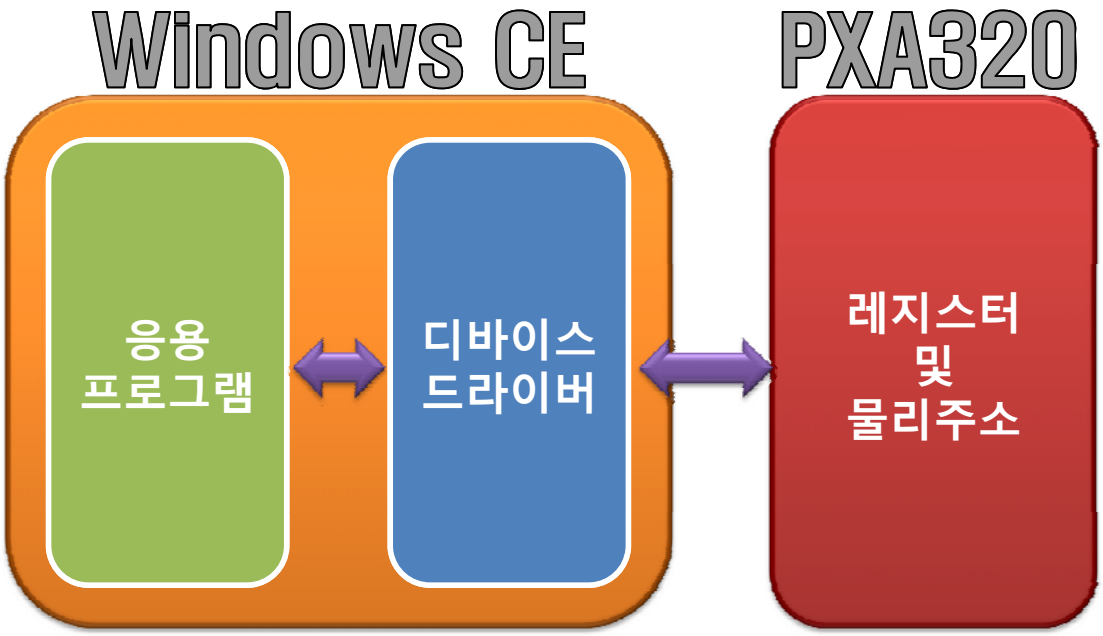
성능 모니터링

- 프로세서와 메모리 시스템 활동에 대한 런-타임 가시성 제공
- 성능 카운터는 메모리 액세스, 파이프 스톨 같은 수많은 이벤트 감시 지원
- DVFS 상태를 선택하는 지능적인 결정을 도움
- 성능 카운터로 갱신된 데이터를 분석하여 DVFS에 필요한 전력 소모량 예측

연구 내용

- PXA320 프로세서 이용
- 다양한 전압/주파수 구성에서의 성능 모니터링
- DVFS 스케줄러에 필요한 데이터 수집
- Windows CE 환경에서의 전력 관리

하드웨어 제어를 위한 전체 구성도

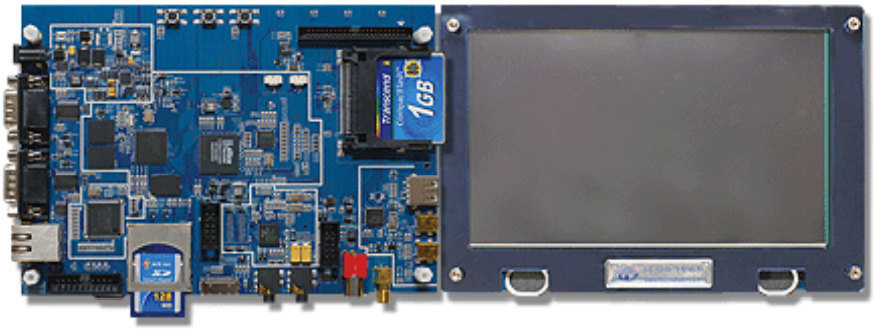


Windows CE 운영체제

- Microsoft 에서 개발한 실시간 운영체제
- 내장형 시스템을 위한 모듈화 구조
- ARM, MIPS, Super-H, X86 프로세서 지원
- MS에서 제공 되는 라이브러리에 종속적

PXA320 프로세서

- Microvision 사의 MV320-LCD 보드 사용
- Marvel PXA320 (Monahans) / ARM 11
- 128MB DDR RAM
- 128MB NAND Flash
- DVFS 지원



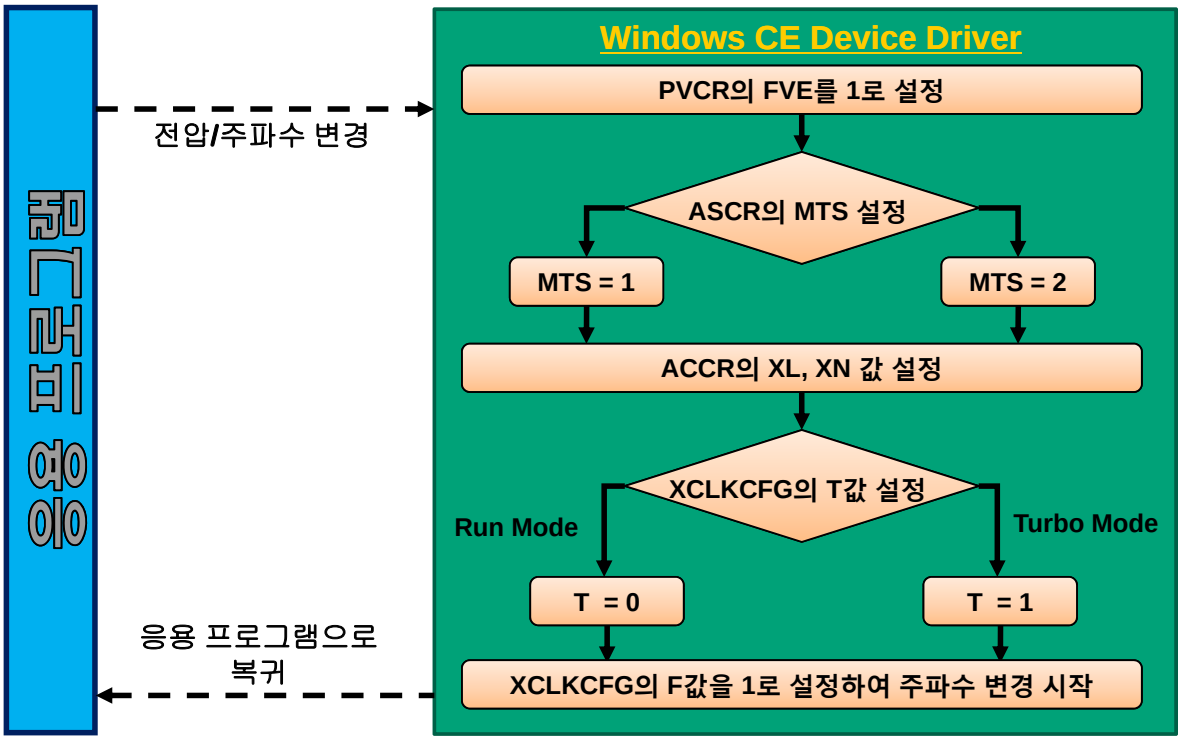
PXA320의 전압/주파수 변경 단계

주파수	공급 전압	Run / Turbo Mode
104 MHz	1 V	Run Mode
208 MHz	1V	Run Mode
312 MHz	1.375 V	Run Mode
403 MHz	1.4 V	Run Mode
416 MHz	1.1 V	Turbo Mode
624 MHz	1.375 V	Turbo Mode
806 MHz	1.4 V	Turbo Mode

PXA320의 성능 모니터링

- XScale 코어에서 제공
- 코어에서 70개 이상의 이벤트 모니터 가능
- Coprocessor 14를 이용하여 제어
- XSC1
  - ✓2개의 32비트 이벤트 카운터
  - ✓1개의 32비트 클럭 카운터
- XSC2
  - ✓4개의 32비트 성능 카운터
  - ✓1개의 32비트 클럭 카운터
- 본 논문에서는 XSC2 사용

전압/주파수 변경 구현



코프로세서 14 접근

코프로세서 14 레지스터의 값을 읽는 함수

```
XScaleReadClkCfgFUNCTION
    mrc     p14, 0, r0, c6, c0, 0
    bx      lr
ENDFUNC
```

코프로세서 14 레지스터에 값을 기록하는 함수

```
XScaleWriteClkCfg FUNCTION
    mcr     p14, 0, r0, c6, c0, 0
    bx      lr
ENDFUNC
```


성능 모니터링 레지스터

- CCNT (Clock Counter)
- PMNC (Performance Monitor Control Regiseter)
- PMN0, PMN1, PMN2, PMN3 (Performance Monitor Count Register)
- INTEN (Interrupt Enable Register)
- FLAG (Overflow Flag Status Register
- EVTSEL (Event Select Register)

성능 모니터링 레지스터

성능 모니터링 레지스터의 값을 설정하는 어셈블리언어 코드

```
RdPMNC
    mrc     p14, 0, r0, c0, c1, 0
 PMNC
    b                   RRet
RdCCNT
    mrc     p14, 0, r0, c1, c1, 0
CCNT
    b                   RRet
RdPMN0
    mrc     p14, 0, r0, c0, c2, 0
PMN0
    b                   RRet
RdPMN1
    mrc     p14, 0, r0, c1, c2, 0
```


Computer System Lab.
SCI University

성능 이벤트

- 전력 소모량에 영향을 주는 성능 이벤트 선택
- Instruction Retired
  - ✓실행된 명령어 수
- Stall Data Dependency
  - ✓데이터 종속관계의 스톨 횟수
- Multiplier
  - ✓곱셈 연산
- L2 Cache Miss
  - ✓캐시 미스시 메모리로부터 가져옴

성능 이벤트

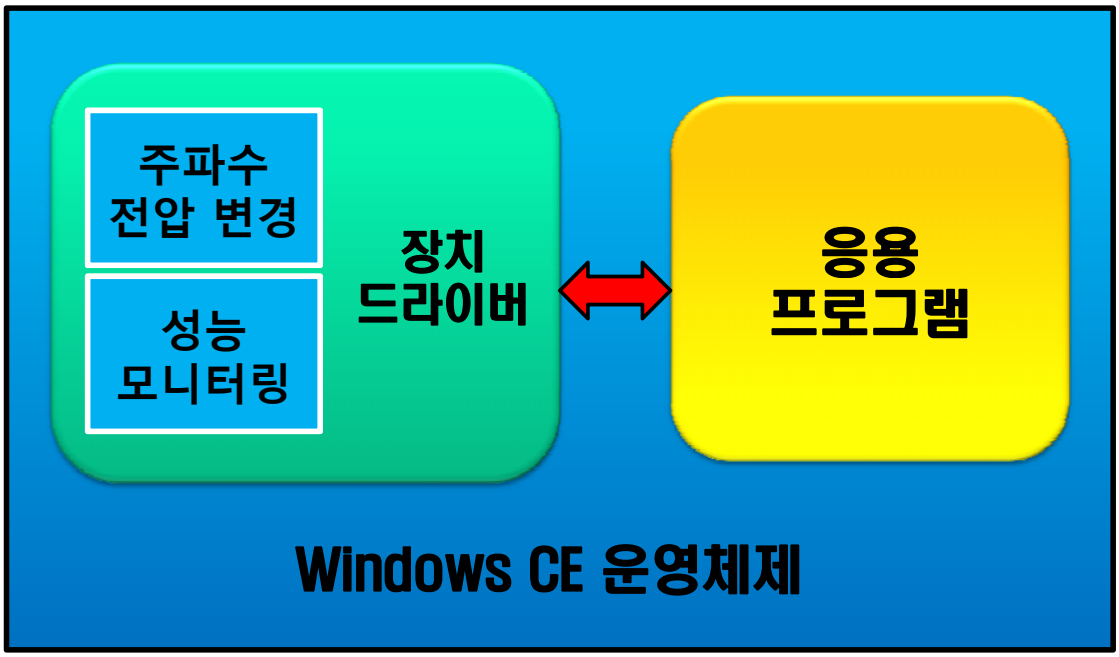
성능 카운터에 성능 이벤트를 설정하는 함수

```
XSCALE_PMU_EVENT_TYPE XScalePMUEventSelect(int counter, int type)
{
    UINT32_T value,old_pmuevent,shift;

    if( counter < 0 || counter > 3 )
    {
        return XSCALE_PMU_EVENT_INVALIDATE;
    }
    shift = counter * 8;
    value = XScaleReadPMUReg((UINT32_T)XSCALE_PMU_EVTSEL);
    old_pmuevent = (value >> shift) & 0xFF;
    value &= ~(0xFF << shift);
    value |= (type & 0xFF) << shift;
    XScaleWritePMUReg((UINT32_T)XSCALE_PMU_EVTSEL, value);

    return old_pmuevent;
}
```


Windows CE 장치 드라이버

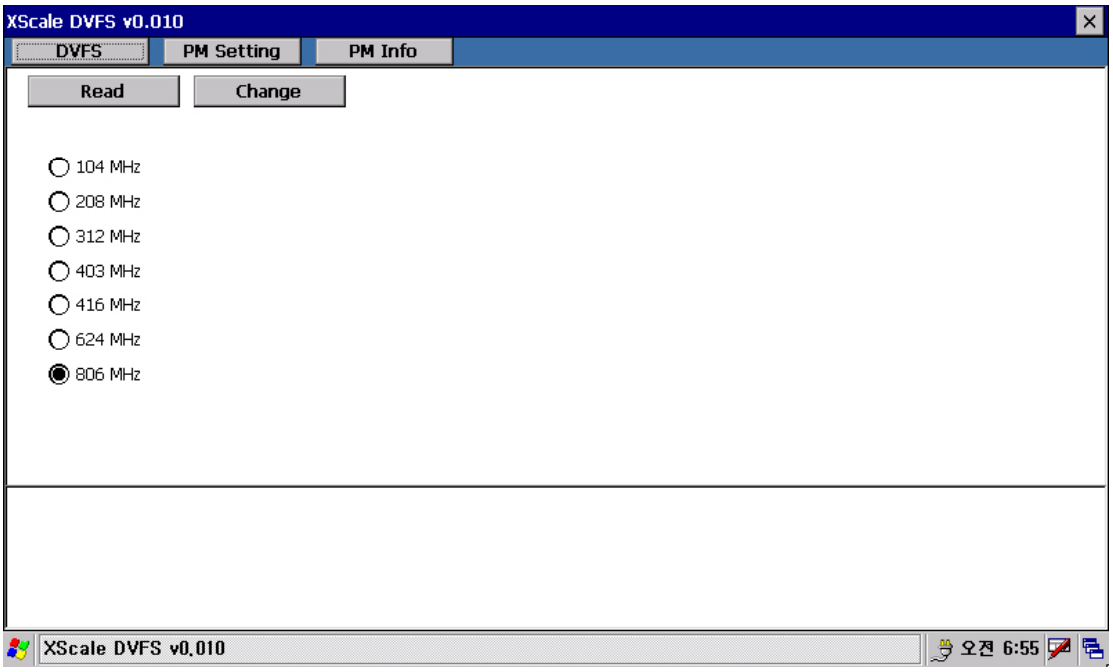


Windows CE 장치 드라이버

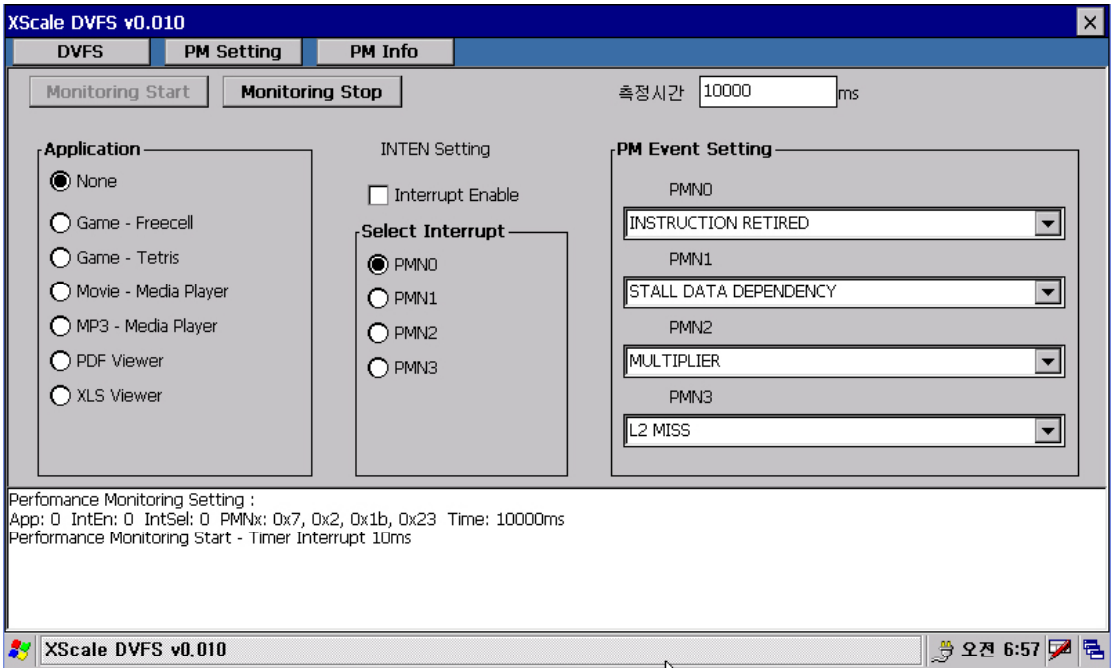
응용 프로그램에서 장치 드라이버를 사용하여 성능 카운터 값을 읽어오는 부분

```
hDvfsDrv = CreateFile (L"DPM1:", GENERIC_READ | GENERIC_WRITE,
                       0, NULL, OPEN_EXISTING, FILE_ATTRIBUTE_NORMAL,
                       NULL);
if (hDvfsDrv == INVALID_HANDLE_VALUE)
{
    dwErr = GetLastError();
    NKDbgPrintfW(TEXT("Failed in open device file %s(Error = %d)"), "DFM1
:", dwErr);
}
DeviceIoControl(hDvfsDrv, IOCTL_PMU_READ_CCNT, NULL, 0,
                &(BuffCCNT[iTimeCount]),  sizeof(unsigned long),
                NULL, NULL);
PMNx = PMN0;
DeviceIoControl(hDvfsDrv, IOCTL_PMU_READ_COUNTER, &PMNx,
                sizeof(int), &(BuffPMN0[iTimeCount]),
                sizeof(unsigned long), NULL, NULL);
```


사용자 인터페이스



사용자 인터페이스



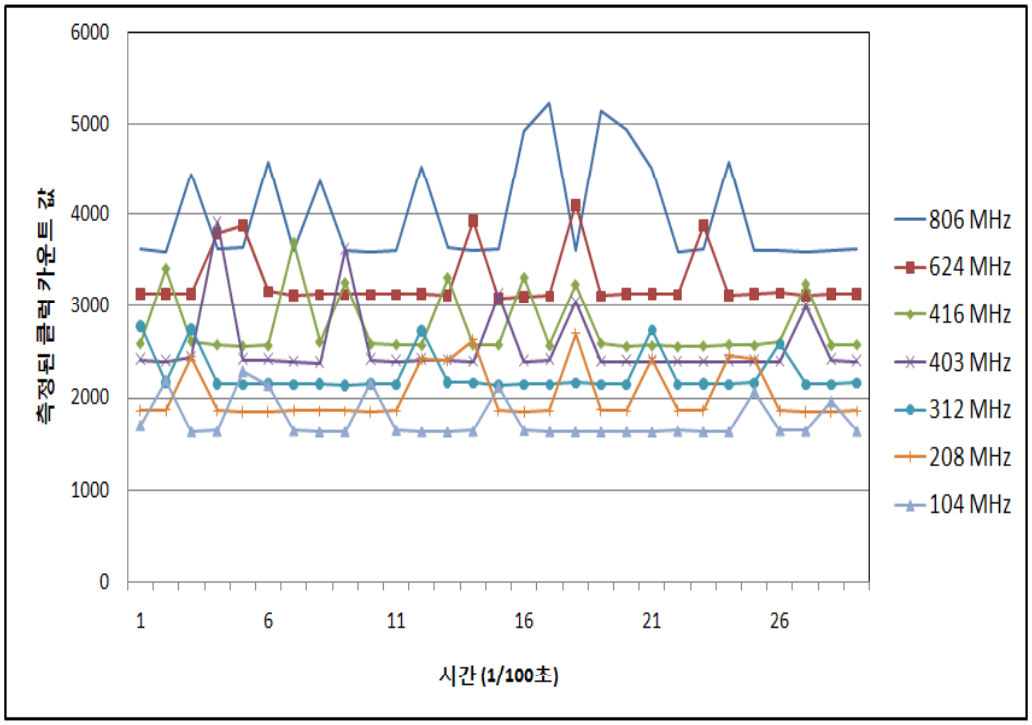
성능 이벤트 값 측정

- 7가지의 전압/주파수 구성에 대해서 성능 모니터링
- 테스트한 외부 프로그램
  - ✓동영상 플레이어 : Betaplayer, Ceplayer
  - ✓게임 : Freecell, Tetris
  - ✓문서 뷰어 : PDF View, XLS Viewer
- 매 10ms 마다 측정

Computer System Lab.

SCH University

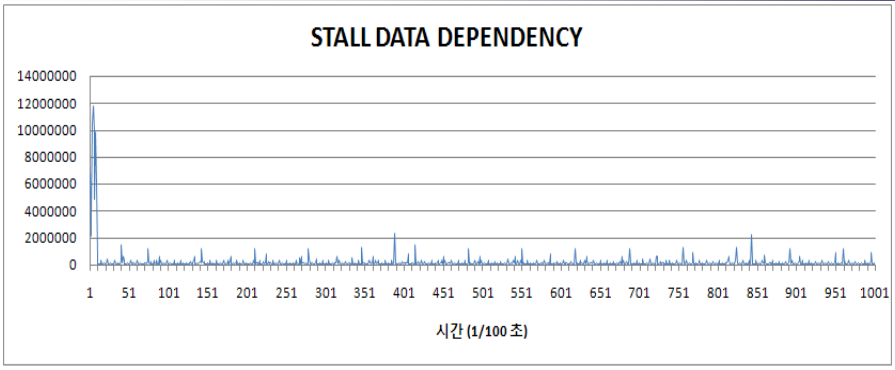
측정된 클럭 카운터 값

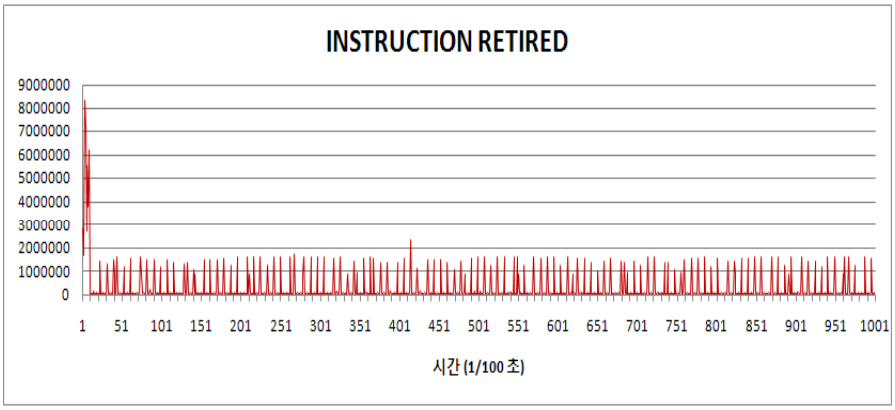


Computer System Lab.

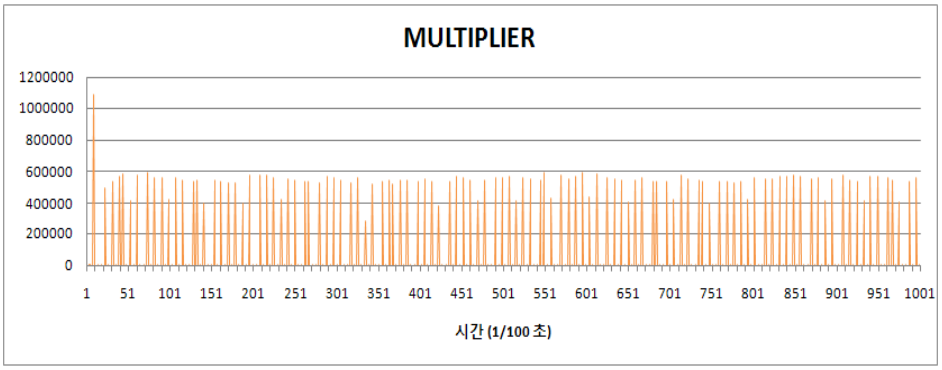
SCH University

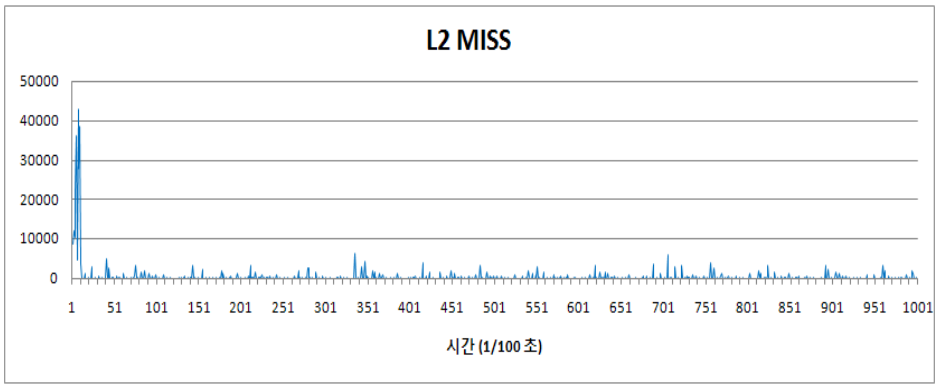
측정된 성능 이벤트 카운터 값





측정된 성능 이벤트 카운터 값





결론

- Windows CE 운영체제 환경에서 Intel XScale 마이크로아키텍처 기반의 Marvell PXA320 프로세서의 DVFS를 위한 성능 모니터링 구현
- Windows CE 장치 드라이버 이용
- DVFS 변경단계 예측에 필요한 성능 모니터링 데이터 수집
- 수집된 데이터들 사이에서 나타나는 관계를 이용하여 DVFS 기법의 스케줄러 제작가능
- 수집된 데이터 분석으로 다양한 전력 관리기법에 활용 가능

Questions ?

Please contact :
심재원
순천향대학교 컴퓨터공학부
멀티미디어관 M611

Email : piring@gwbs.net