

윈도우즈 무료 프로파일링 도구에 관한 연구

김연어*, 이필수*, 이기화*, 우균*

*부산대학교 컴퓨터공학과

e-mail:{yeoneo, skyz1104, dlrlghkekk, woogyun}@pusan.ac.kr

A Research for Free Profiling Tools on a Windows

Yeoneo Kim*, Pil-Su Lee*, Kihwa Lee*, Gyun Woo*

*Department of CSE, Pusan National University

요 약

프로파일링 도구는 프로그램 최적화뿐만 아니라 스케줄링이나 호출 그래프 작성, 프로그램의 부하 분석 등과 같은 많은 분야에서 이용되고 있다. 이 논문에서는 한국에서 많이 사용되는 운영체제인 윈도우즈 상에서 동작하며 실행 코드만으로 분석이 가능한 프로파일링 도구에 대해 알아본다. 특히 윈도우즈 상에서 동작하는 유명한 프로파일링 도구인 Very Sleepy, 리소스 모니터, PIX, CodeAnalyst, PCM의 특징에 대해 알아본다. 그리고 프로파일링 도구의 특징을 이용해 특정 상황에 적합한 프로파일링 도구를 제안한다.

1. 서론

많은 사람이 사용하는 운영체제인 윈도우즈는 장시간 사용 시 성능 저하가 발생해 느려지는 현상이 존재한다. 이러한 현상은 윈도우즈상의 실행되는 프로그램이 많거나 복잡한 프로그램 다수가 구동될 때 발생한다. 윈도우즈가 느려지는 현상이 발생하면 많은 사람은 윈도우즈 재부팅하거나 부하가 큰 프로세스를 종료시킴으로써 성능 저하 문제를 해결한다. 그중에서 부하가 큰 프로세스를 종료시키는 것은 빈번히 발생하는 문제이다. 하지만 부하가 큰 프로세스를 알아내는 것은 어려운 문제이다. 이를 위해 현재 윈도우즈에서는 프로파일링 도구를 이용해 프로세스별 부하와 컴퓨터 전체의 부하를 보여주는 방법을 사용한다. 프로파일링 도구란 실행 중인 프로그램의 정보를 수집해서 분석하는 도구로서 부하가 큰 프로그램 분석뿐만 아니라 스케줄링 등 다양한 분야에서 사용된다.

이외에도 프로파일링 도구는 프로그램 동적 분석 도구로서 프로그램 개발 시 많이 이용된다. 이 도구는 동적 분석 도구 중 프로그램 최적화에 많이 이용된다. 프로파일링을 통한 프로그램 최적화는 프로그램의 핫스팟 모듈 분석해 해당 모듈을 개선함으로써 프로그램 전체의 성능을 올리는 방법이다. 또한, 프로파일링 도구는 최적화뿐만 아니라 프로그램 분석에서 많이 이용되는 프로그램 함수 호출 그래프를 작성에 이용된다.

프로파일링 도구는 하드웨어적 지원이 필요한 것과 소프트웨어적으로 동작하는 것으로 나뉘어진다. 이 논문에서 프로파일링 도구란 소프트웨어적으로 동작하는 프로파일링 도구에 대한 것을 의미한다. 그리고 프로파일링 도구는 크게 두 가지로 나뉠 수 있다. 첫 번째는 소스코드가 필요한 프로파일링 도구이다. 이 도구는 소스코드를 실행파일

로 변환할 때 정보 수집을 위한 코드를 삽입함으로써 실행 시 필요한 정보를 얻는 방식이다. 두 번째는 실행 파일만 이용해서 정보를 수집하는 도구이다. 이 도구는 실행 중인 프로그램을 대상으로 후킹과 같이 정보를 가로채는 방법을 이용해서 필요한 정보를 얻는 방식이다.

이 논문은 사용자가 프로그램에 대한 정보를 손쉽게 얻는 것을 돕기 위해 여러 프로파일링 도구를 조사한다. 그리고 조사된 프로파일링 도구의 특징을 알아보고 특징을 이용해 특정 상황에 적합한 프로파일링 도구를 제안하는 것을 목표로 한다. 또한, 이 논문에서 다루는 프로파일링 도구는 한국에서 가장 많이 사용되는 운영체제인 윈도우즈 환경의 프로파일링 도구에 한정한다. 그리고 실행 중인 프로세스를 대상으로 프로파일링이 필요하여서 실행 파일만으로 프로파일링 정보를 얻는 도구만을 대상으로 한다.

이 논문은 2장에서 윈도우즈 상의 5가지 프로파일링 도구에 대해서 알아본다. 2장의 상세내용으로 5가지 도구별 특징에 대해서 설명한다. 그리고 3장에서 각 도구별 특징을 이용해 특정 상황에 적합한 프로파일링 도구를 제안하고 4장에서 결론을 맺는다.

2. 프로파일링 도구 분석

프로파일링 도구는 여러 분야에서 다양한 정보를 얻거나 계산에 이용된다. 프로파일링 도구는 프로그램 실행 중 정보를 수집하며 수집 기준이 다양하다. 윈도우즈 상의 프로파일링 도구는 대부분 시간 흐름을 고려하는 방법을 이용한다. 이 장에서는 윈도우즈 환경에서 동작하며 실행 파일만으로 분석하는 다양한 프로파일링 도구에 대해서 알아본다.

2.1 Very Sleepy

Very Sleepy는 윈도우즈 시스템상의 C/C++ CPU 프로파일링 도구이다[1]. 이 도구는 Sleepy라는 프로그램의 개선된 버전으로 호출 그래프 프로파일링, UI개선, 불리오키/저장 기능, GCC 지원, 64bit 환경을 지원한다[2]. 또한, GPL 라이선스 기반의 프로그램으로 코드 수정을 자유롭게 할 수 있다. Very Sleepy는 실행 중인 프로세스를 선택해서 사용자가 정지할 때까지 분석한다.

very sleepy가 분석하는 정보의 첫 번째는 특정 함수가 독립적으로 사용한 시간을 실제 시간과 전체 시간대비 백분율로 보여준다. 그리고 두 번째 분석 정보는 특정 함수가 자신이 호출한 함수의 시간까지 포함해 실제 시간과 전체 시간대비 백분율로 보여준다. 세 번째 정보는 특정 함수가 어느 모듈에 포함된 함수인지 보여준다. 네 번째 정보는 특정 함수의 호출 스택 정보를 보여준다. 그리고 다섯 번째 정보는 특정 함수가 호출한 함수의 정보를 보여준다. 그리고 마지막 정보는 대상 프로그램의 소스 코드가 존재하는 경우 실제 코드에서 특정 함수의 위치를 보여준다.

2.2 Microsoft 리소스 모니터

리소스 모니터는 윈도우즈에 포함된 시스템 애플리케이션으로서 Microsoft에서 제공하는 실시간 프로파일링 도구이다[3]. 이 도구는 윈도우즈 Vista 이전 버전에서는 resmon으로 실행되었으며 Vista 이후부터는 perfmon으로 실행된다. 그리고 이 도구는 GUI를 통한 실행뿐만 아니라 Command Line을 통한 실행도 지원한다. 이 도구는 총 4가지의 분석 정보를 보여준다.

첫 번째로 CPU에 대한 분석 정보다. CPU에 대한 세부 분석 정보로서 각 프로그램의 PID(Process ID), 프로세스 설명, 프로세스 상태, 프로세스에서 활성화된 스레드의 수, 프로세스의 CPU 활성화 주기, 프로세스의 전체 CPU 용량 대비 평균 CPU 로드를 보여준다[4]. 이외에도 프로세스와 연결된 핸들과 연결된 모듈을 보여주며 CPU 별 자원 사용량을 그래프로 보여준다.

두 번째로 메모리에 대한 분석 정보를 보여준다. 메모리에 대한 세부 분석 정보로서 각 프로그램의 PID, 프로세스에서 시간당 발생한 페이지 폴트의 수, 프로세스에서 예약 가능한 가상 메모리의 양, 프로세스에서 실제 사용 중인 메모리의 양, 다른 프로세스와 공유 가능한 메모리의 양, 다른 프로세스와 공유 불가능한 메모리의 양을 보여준다[4]. 이외에도 전체 메모리에 대한 분석 정보를 보여주며 사용된 실제 메모리, 할당된 메모리, 페이지 폴트에 대한 정보를 그래프로 보여준다.

세 번째로 디스크에 대한 분석 정보를 보여준다. 디스크에 대한 세부 분석 정보로서 디스크를 사용 중인 각 프로그램의 PID, 프로세스에서 읽은 데이터의 양, 프로세스에서 쓴 데이터의 양, 프로세스에서 전체 사용한 데이터의 양을 보여준다[4]. 이외에도 저장소에 대한 분석 정보를 보여주며 디스크 활동 정보, 디스크 사용량과 디스크별 큐

의 길이를 그래프로 보여준다.

마지막으로 네트워크에 대한 분석 정보를 보여준다. 네트워크에 대한 세부 분석 정보로서 네트워크를 사용 중인 각 프로그램의 PID, 프로세스에서 네트워크를 통해 보낸 데이터의 양, 프로세스에서 받은 데이터의 양, 프로세스 전체 데이터의 양을 보여준다[4]. 이외에도 네트워크 활동, TCP 연결 상태, 수신 대기 포트 정보를 보여주며 각 네트워크 어댑터별 상태를 그래프로 보여준다.

2.3 Microsoft PIX

PIX(Performance Investigator for Xbox)는 Microsoft에서 개발한 프로파일링 도구로서 Direct3D 애플리케이션 개발에 이용한다[5]. 이 도구는 원래 XNA Game Studio Express에 포함되어 3D게임 개발을 지원하였으나 최근에는 DirectX SDK를 설치하면 같이 설치되고 있다. 그리고 이 도구는 3D게임 개발에 이용되는 프로파일링 도구답게 CPU 분석뿐만 아니라 장면별 GPU 분석을 지원한다. 또한 특정 장면을 선택하면 해당 시점에 그리는 화면을 보여주고 해당 장면에 맞는 셰이더 코드를 보여준다. 또한, 분석 결과를 CSV 파일로 내보내는 기능을 지원하기 때문에 확장성이 높다.

2.4 AMD CodeAnalyst

CodeAnalyst는 AMD에서 개발한 CPU 프로파일링 도구이다[6]. 이 도구는 시간 흐름에 따른 프로파일링이나 명령어에 따른 프로파일링, 이벤트 기반의 프로파일링 등 다양한 프로파일링 방법을 제공한다. 하지만 이 도구는 AMD CPU를 사용하지 않는 분석 환경에서는 시간 흐름에 따른 프로파일링 방법만 제공한다. 그리고 이 도구는 세부 분석 결과로서 실행 모듈별로 실제 실행된 어셈블리어 코드를 제공한다. 이러한 특징 때문에 CodeAnalyst는 역분석에 이용할 수 있는 프로파일링 도구이다. 이외에도 이 도구는 윈도우즈 플랫폼에서는 Visual Studio의 플러그인으로 제공되며 리눅스 환경에서는 오픈 소스 기반으로 프로파일링 도구를 제공한다. 그리고 실제 실행된 어셈블리어 코드와 같은 결과를 CSV 파일로 내보내는 기능을 제공하기 때문에 확장성이 높다.

2.5 Intel PCM

PCM(Performance Counter Monitor)는 인텔에서 개발한 CPU 프로파일링 도구이다[7]. 이 도구는 리소스 모니터와 마찬가지로 Command Line 실행과 GUI 실행을 지원한다. 또한, 이 도구의 가장 큰 특징은 일반 데스크탑용만이 아니라 서버에 들어가는 Xeon 칩셋을 대상으로 프로파일링 가능한 것이다. 그리고 각 CPU 별 IPC (Instruction Per CPU cycle), CPU 주기, 각 레이어별 캐시 메모리 적중률을 분석 정보로 보여준다. 그리고 이 도구는 BSD 라이선스를 따르기 때문에 상업적으로 이용 가능하며 소스 코드를 임의로 수정 가능하다.

3. 특정 상황 별 프로파일링 도구 제안

이번 장에서는 각 프로파일링 도구들의 특징을 이용해 특정 상황에 적합한 프로파일링 도구를 제안한다. 우선 앞선 장에서 설명한 프로파일링 도구들의 특징을 나열하면 아래의 <표 1>과 같이 정의된다. 그리고 이 장에서는 아래와 같은 상황에서 유용한 프로파일링 도구를 제안한다.

- 프로그램 성능을 개선하기 위한 경우
- 부하가 큰 프로그램을 찾아내기 위한 경우
- 스케줄링 작업에 이용하는 경우

<표 1> 프로파일링 도구별 특징

도구	특징
Very Sleepy	- 공개 소스 - 함수별 실행 시간 표시 - 호출 스택 표시
리소스 모니터	- 윈도우즈 내장 프로파일링 도구 - 실시간 프로파일링 가능 - CPU뿐만 아니라 메모리, 네트워크, 디스크 등 다양한 정보 분석
PIX	- GPU 프로파일링 도구 - 장면별 분석 지원 - CSV 출력
CodeAnalyst	- 다양한 프로파일링 기법 지원 - 실행된 어셈블리 코드 추출 - CSV 출력
PCM	- 공개 소스 - 서버 프로파일링 지원 - CPU 별 상세 정보 지원

첫 번째로 프로그램 성능을 개선하기 위해서라면 Very Sleepy와 PIX, CodeAnalyst를 이용하는 것을 제안한다. Very Sleepy는 함수별 실행 시간과 점유율을 보여주기 때문에 프로그램의 핫스팟을 찾기 쉬우며 핫스팟의 성능을 개선한다면 프로그램 전체의 성능은 크게 올라간다. 그리고 PIX의 경우 GPU 명령을 분석하기 때문에 GPU 명령이 이용된 프로그램 성능 개선에 도움이 된다. 그리고 CodeAnalyst는 분석 대상 컴퓨터가 AMD CPU를 사용하는 경우 유용하다. 앞선 두 도구가 시간 흐름을 고려한 분석 결과를 보여준다면, CodeAnalyst는 시간 흐름 이외의 다른 분석인 이벤트나 명령어 기반의 프로파일링 정보를 얻어내는 것이 가능하다.

두 번째로 부하가 큰 프로그램을 찾아내기 dnlgotjsms 리소스 모니터를 이용할 것을 제안한다. 이 도구는 실시간으로 여러 프로그램을 프로파일링이 할 수 있기 때문에 부하가 큰 프로그램을 찾을 수 있으며 CPU뿐만 아니라 메모리 등 다른 자원에 부하를 주는 프로그램을 찾을 수 있다. 실제로 윈도우즈에서 작업 관리자에서 보여주는 정보는 리소스 모니터를 이용한 내용을 보여주고 있다.

세 번째로 스케줄링 작업에 이용하는 경우는 리소스 모니터와 PCM을 이용하는 것을 제안한다. 리소스 모니터는 실시간으로 정보를 수집하기 때문에 스케줄링 시 실시간으로 변경되는 정보를 추출할 수 있기 때문에 유용하다. 그리고 PCM은 각 CPU 별 정보를 얻어올 수 있기 때문에 스케줄링 시 CPU 할당 정보로 이용할 수 있다. 또한, PCM은 서버에서도 사용가능하기에 서버의 스케줄링 작업에서도 이용 가능하다.

4. 결론

이 논문에서는 윈도우즈상의 무료 프로파일링 도구에 대해서 알아보았다. 프로파일링 도구는 부하가 큰 프로그램을 찾아내거나 프로그램을 최적화하는데 이용된다. 이 논문에서는 각 프로파일링 도구별 특징을 살펴보았다. 그리고 도구별 특징을 이용해서 특정 상황에 적합한 프로파일링 도구를 제안하고 적합한 이유에 대해서 설명하였다.

향후 연구로는 실시간 프로파일링을 지원하면서 함수별 정보를 나타낼 수 있는 프로파일링 도구에 대해 알아볼 필요가 있다. 현재 도구는 실시간 프로파일링만 지원하거나 전체적인 함수별 실행 시간만을 보여준다. 하지만 특정 시점의 정보를 알기 위해서는 두 가지 특징을 모두 가져야 하지만 기존의 도구로는 알아내지 못하기에 향후에 추가로 연구가 필요하다.

참고문헌

[1] Kayamon, codersnote.com - Very Sleepy, <http://www.codersnotes.com/sleepy/sleepy>, 2012년 8월 23일 방문.

[2] Michelle Joy Moravan, Margaret Ann Richey, "SLEEPY: Sampling User-Level Execution via EIPs Profiled Continuously", pages.cs.wisc.edu/~moravan/sleepy.html, 2005.

[3] Brink, How to Use the Resource Monitor in Vista, <http://www.vistax64.com/tutorials/111020-resource-monitor.html>, 2012년 9월 27일 방문.

[4] Microsoft, Windows 성능 모니터, [http://technet.microsoft.com/ko-kr/library/cc749249\(v=ws.10\).aspx](http://technet.microsoft.com/ko-kr/library/cc749249(v=ws.10).aspx), 2012년 10월 4일 방문.

[5] Michael Anderson, A painless introduction to PIX for Windows, <http://blogs.msdn.com/b/manders/archive/2006/12/15/a-painless-introduction-to-pix-for-windows.aspx>, 2012년 8월 23일 방문.

[6] Paul J. Drongowski, "An introduction to analysis and optimization with AMD CodeAnalyst Performance Analyzer", Advanced Micro Devices, Inc., 2008.

[7] Thomas Willhalm, Intel Performance Counter Monitor - A better way to measure CPU utilization, <http://software.intel.com/en-us/articles/intel-performance-counter-monitor-a-better-way-to-measure-cpu-utilization>, 2012년 10월 4일 방문.