# 라즈베리 파이를 이용한 병렬 처리 시스템 구축

## Implementation of a parallel processing system using Raspberry pi

강 석 원, 김 재 윤, 이 상 준, 송 왕 철*
제주대학교 컴퓨터공학과
*교신저자

Seok-Won Kang, Jae-Yun Kim, Sang-Jun Lee, Wang-Cheol Song*
Dept. of Computer Engineering, Jeju National University

요약

본 논문은 다수의 Raspberry Pi를 네트워크로 연결하여 병렬처리를 하는 시스템을 구축한다. 컴퓨터 클러스터를 구축하는 비용은 상당히 고가이며 유지비용 또한 만만치 않아 개인이 컴퓨터 클러스터를 보유하는 것에는 한계점이 있다. 이를 해결하기 위해 교육용 및 연구용으로 쓰이는 값싼 소형 컴퓨터인 라즈베리 파이를 여러 대 연결하여 분산 및 병렬 처리를 할 수 있는 컴퓨터 클러스터를 구축하고 성능을 확인하였다. 그 성능을 측정하여 라즈베리파이가 컴퓨터 클러스터로 활용할 수 있음을 보였다.

## I. 서론

현대 사회는 기본 데이터베이스 관리의 능력을 넘어서는 대량의 정보가 쏟아지면 복잡하고 많은 양의 데이터를 고속으로 처리하고 분석하기 위하여 단일 컴퓨터보다 더 뛰어난 성능과 안정성을 제공하는 고성능 분산 컴퓨팅용 클러스터의 필요성이 증가하고 있다. 개인용 데스크탑 환경에서 클러스터를 사용하도록 구축 할 수는 있지만 데이터량이 늘어날 경우에는 개인용 PC로는 한계가 있으며 여러대의 PC를 연결하는 방식, 고성능 슈퍼컴퓨터를 구입 혹은 클라우드 컴퓨팅 서비스를 사용하는 방법은 개인이 유지하기에는 큰 부담이 된다.

비용과 유지에 대한 문제점을 고려했을 때, 라즈베리 파이는 좋은 대체 답안이 될 수 있다. 라즈베리 파이(raspberry pi)란 영국 라즈베리 파이 재단에서 교육용 프로젝트의 일환으로 개발한 초소형/초저가 PC이다.

▶▶ 그림 1. 64대를 이용한 라즈베리파이 클러스터

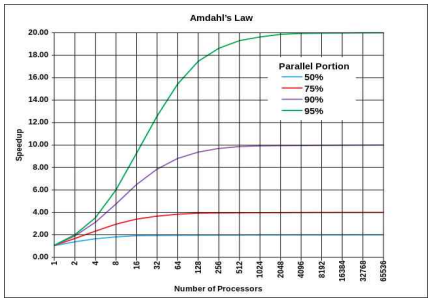
관련 연구로는 영국 사우스햄튼 대학교(University of Southampton)의 사이먼 콕스 박사가 이끄는 연구팀은 그림 1과 같이 64대의 라즈베리파이를 네트워크로 연결하거 컴퓨터 클러스터를 제작하였다.[1]

본 논문에서는 그림 1과 같이 라즈베리 파이를 이용하여 컴퓨터 클러스터를 구축하고[2] 병렬 및 분산 컴퓨팅의 연산능력을 벤치마킹을 통해 확인하여 라즈베리 파이가 적절한 테스트 베드가 될 수 있음을 보인다.

## Ⅱ. 병렬처리 시스템 구성

본 논문에서는 네 대의 라즈베리 파이를 연결하여 한 대의 라즈베리 파이가 마스터 노드, 나머지 세 대가 슬레이브 노드의 기능을 수행한다. 각 라즈베리 파이의 성능은 Raspberry Pi 2 Model B로 동일하며, 병렬처리의 성능은 HPL(High Performance Linpack) 소프트웨어[3]로 병렬컴퓨터의 성능을 측정한다. Linpack이란 Linear algebra를 수행하는 소프트웨어 라이브러리로써 HPL은 행렬을 이용한 선형대수 연산함수를 통하여 각 노드의 속도를 측정한다. 실험에서 나오는 단위 flop/s는 1초당 수행할 수 있는 부동소수점(floating point) 연산을 나타낸 것이며, Time은 해당 선형대수 연산하는데 걸린 총 시간이다.

노드가 증가할수록 성능 증가폭이 감소하면서 한계점에 도달하는데 이것은 암달의 법칙(Amdal's law)에 의함이다. 암달의 법칙이란 소프트웨어의 병렬화 가능한 부분은 해당 소프트웨어마다 다르고, 개선을 통해서 얻어지는 성능의 향상은 다음과 같은 한계가 존재한다.



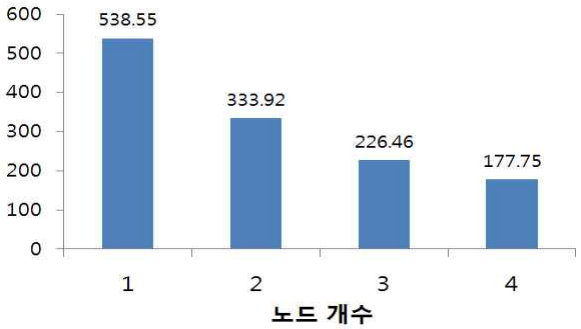

▶▶ 그림 2. 암달의 법칙에 따른 성능 증가 그래프

## Ⅲ. 실험

이때 사용한 HPL 버전은 2.1이며, 수행 작업은 Order가 5040인 행렬에 관한 선형 대수의 연산 작업이다. 라즈베리 파이 한 대를 사용하여 HPL을 수행했을 시에 결과는 각 노드의 성능을 체크하고 또한 멀티 노드를 한 대씩 늘려 각각의 실행 시간을 측정하여 노드가 증가 할수록 작업 수행속도가 빨라짐을 보인다.

표 1. 각 노드의 수행 시간 및 수행 속도

| | 수행시간(sec) | 수행속도(Gflops) |
|---|---|---|
| Pi Ⅰ | 538.55 | 1.586e-01 |
| PiⅡ | 626.15 | 1.364e-01 |
| PiⅢ | 537.33 | 1.589e-01 |
| PiⅣ | 537.27 | 1.589e-01 |




▶▶ 그림 3. 노드 개수에 따른 수행 시간 결과(sec)

▶▶ 그림 4. 노드 개수에 따른 수행 속도 결과(Gflops)

비교를 위하여 Intel(R) Core(TM) i5-2410M CPU 2.30GHz를 탑재한 랩탑을 같은 조건에서 벤치마킹한 결과 5.044e+00Gflops 의 수행 속도를 보이며, 이는 라즈베리파이 한대의 30배정도의 해당하는 속도를 보인다.

그림4,5와 같이 노드가 증가할 때 마다 병렬 및 분산 처리에 대한 작업의 수행 시간이 감소하며 반대로 수행 속도는 증가함을 알 수 있다. 또한 노드개수 증가에 따른 총 작업 시간의 감소율이 지수함수 꼴을 보이는데 이는 암달의 법칙에 의함이다.

## Ⅳ. 결론

Deep learning, Cloud Computing 등 현대 사회에서 컴퓨터 클러스터는 중요한 요소로 자리매김하고 있지만 PC · 클라우드 서버의 저가화 등에도 여전히 병렬 및 분산 처리 시스템을 개인이서 유지하는 것은 쉬운 일이 아니다. 하지만 저렴하고 리눅스를 포팅하여 사용할수 있다는 장점을 가진 라즈베리 파이는 이 같은 문제를 해결할 수 있는 좋은 방안이다. 비록 개별의 라즈베리 파이 성능은 다소 낮을 수 있지만, 다수의 라즈베리 파이를 네트워크로 연결하고 클러스터를 구축하면 위와 같이 MPI 병렬 프로그래밍을 수행하는 컴퓨팅을 구축할 수 있을 뿐만 아니라 클라우드, 통계 등 다양한 병렬 및 분산 프로그래밍을 활용하여 복잡한 알고리즘을 해결 하는 데 활용 할 수 있음을 보여준다.

## 사사

이 연구(이 발표, 이 작품 등)는 제주대학교 스마트그리드와 청정에너지 융복합산업 인력양성사업단(CK-1)의 지원을 받아 수행되었습니다.

## ■ 참 고 문 헌 ■

[1] Simon J.Cox, "Iridis-pi: a low-cost, compact demonstration cluster", 2013

[2] Steps to make a Raspberry Pi Supercomputer, http://www.southampton.ac.uk/~sjc/raspberrypi/pi_supercomputer_southampton_web.pdf

[3] HPL(High performance Linpack) : Benchmarking Raspberry PIs, https://www.howtoforge.com/tutorial/hpl-high-performance-linpack-benchmark-raspberry-pi/