

# CPU 사용량 기반의 KI Cloud 과금 시스템 구현

정기문, 조혜영  
한국과학기술정보연구원 국가슈퍼컴퓨팅본부  
kmjeong@kisti.re.kr, chohy@kisti.re.kr

## Implementation of Billing System for KI Cloud based CPU usage

Kimoon Jeong, Hyeyoung Cho  
Division of National Supercomputing  
Korea Institute of Science and Technology Information

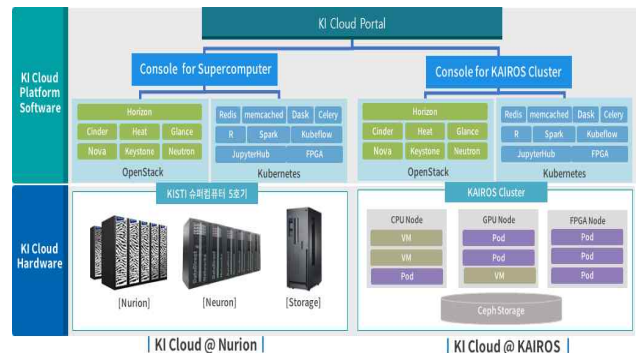
### 요 약

초고성능컴퓨터를 활용하여 전통적인 병렬처리 기반의 계산과학을 비롯하여 AI, 빅데이터 등의 ICT 기반 연구를 수행할 수 있어야 한다는 수요가 증가하고 있다. 계산과학 연구의 다양성에 맞춰 컴퓨팅 연구환경을 제공하기 위하여 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서는 초고성능컴퓨터를 인프라로 활용하는 HPC 클라우드인 KI(KISTI Intelligent) Cloud를 개발하여 서비스하고 있다. 본 논문에서는 KI Cloud의 과금을 위한 기능의 설계 및 구현 현황을 기술하였다. 가상서버(VM) 기반의 서비스와 컨테이너 기반의 서비스의 사용량을 측정하기 위하여 Prometheus로 CPU의 사용량을 수집하여 과금 정책을 적용하고 있는 KI Cloud의 과금 기능에 대해서 살펴보도록 한다.

### 1. 서론

초고성능컴퓨터를 활용하여 기초과학분야 병렬처리 기반의 전통적인 계산과학은 물론 ICT분야의 AI, 빅데이터 연구를 수행할 수 있어야 한다는 연구 수요가 점점증하고 있다. 다양한 연구자의 계산연구 수요에 대응하기 위하여 클라우드 컴퓨팅 기술이 점진적으로 대두되고 있으며, 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서는 KISTI 슈퍼컴퓨터 및 고성능컴퓨터를 컴퓨팅 인프라로 활용하는 클라우드 서비스인 「KI(KISTI Intelligent) Cloud」를 개발하여 서비스를 제공중이다[1].

KI Cloud는 가상환경에서 과학기술분야 연구자에게 맞춤형 연구환경을 제공하는 것을 목표로 하고 있다. Openstack[2]을 기반으로 가상서버 서비스, 클러스터 서비스, 스토리지 서비스 등의 IaaS 서비스를 제공하며, Kubernetes[3]로 오케스트레이션되는 컨테이너 기반의 가상 클러스터 환경에서는 Jupyter Notebook 서비스, Rstudio 서비스 등 데이터 분석 플랫폼을 이용할 수 있다[4][5]. 또한 KI Cloud 시스템의 전반적인 현황 모니터링을 위해서 Prometheus 기반의 모니터링 체계를 가지고 있다[6]. KI Cloud의 구조는 (그림 1)에서 살펴볼 수 있다.



(그림 1) KI Cloud 구조

사용자별로 클라우드 자원을 활용한 사용량을 측정하고 이를 바탕으로 과금을 할 수 있는 기능은 클라우드의 핵심 기능으로서, 본 논문에서는 KI Cloud의 과금 기능의 구현 방법에 대하여 설명한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 KI Cloud 과금 체계의 설계 방안을 설명하고, 3장에서 구현된 KI Cloud 과금시스템의 내용을 기술한다.

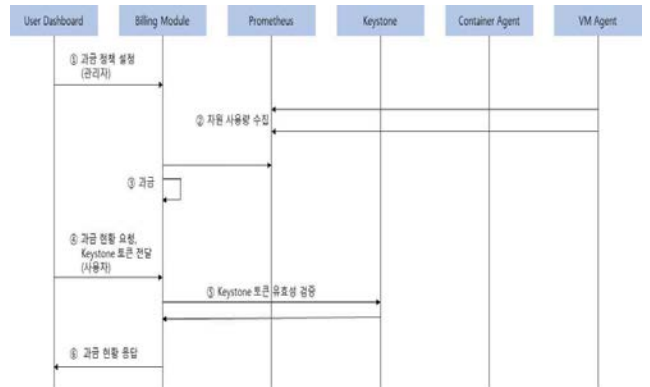
### 2. KI Cloud 과금 기능 설계

클라우드의 과금은 제공하는 서비스, 제공하는 자원의 종류에 따라서 다양한 과금방식이 적용되고 있다[7]. KI Cloud에서는 주로 가상서버 서비스 및 Jupyter Notebook 서비스와 같은 컨테이너 기반의

서비스를 이용하기에 해당 컴퓨팅 자원의 사용에 대한 과금을 위해 CPU 사용량에 따른 과금을 원칙으로 한다. 따라서 사용자별로 VM과 Container 사용량을 측정하기 위하여 (그림 2)와 같은 과금 체계 구조로 설계하였으며 각 구성요소의 기능은 다음과 같다.

- o User Dashboard : Billing Module과 REST API를 이용하여 사용된 자원 현황 및 사용량에 따른 과금 현황을 표시
- o Billing Module : 자원 사용 현황, 과금 현황, 과금 계산 등의 기능을 담당
- o Prometheus : 자원 사용량을 수집하며, Time Series 기반의 DB를 구성함
- o Keystone: 사용자 인증을 담당
- o libvirt: VM 자원에 대한 CPU 사용량을 수집하여 Prometheus에 전달
- o Container: 컨테이너 자원에 대한 사용량을 수집하여 Prometheus에 전달
- o Database : 과금 정책 저장, 관리

- ③ Prometheus에 수집된 자원 사용량 미터링 정보에 따른 과금 계산
- ④ (사용자) 자원 사용량에 대한 과금 현황을 요청
- ⑤ 사용자 요청 시 전달된 Keystone 토큰의 유효성을 검사
- ⑥ 전달된 토큰이 유효하다고 판단되면, 사용자 과금 현황을 응답

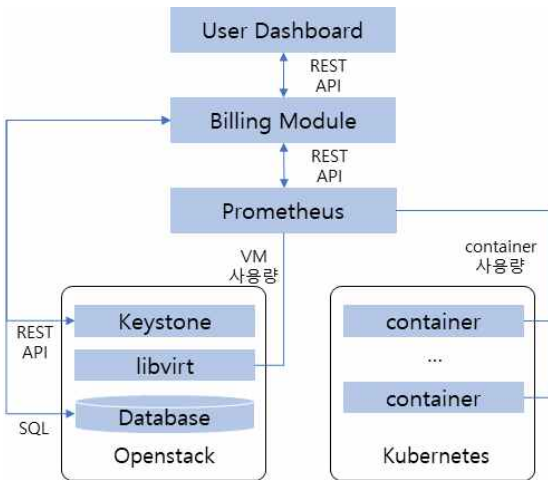


(그림 3) KI Cloud 과금 처리 프로세스

과금 관리를 위한 데이터베이스 스키마는 <표 1>과 같이 정의되었다. 사용자가 이용하는 서비스별로 구분하여 CPU의 사용 규모 및 시간을 측정하여 그 값을 관리하도록 하였다.

<표 1> KI Cloud 과금DB 스키마

Filed Name	Type	Description
instance_type	Integer	인스턴스 타입 (1: vm, 2: container)
user_id	String	사용자 id
project_id	String	프로젝트 id
Uuid	String	vm uuid
vm_name	String	vm 이름
pod_name	String	pod 이름
container_name	String	container 이름
service_name	String	k8s 서비스 이름
service_type	String	k8s 서비스 구분
flavor_name	String	flavor 이름
Vcpus	Integer	vcpu 수
Year	Integer	과금 발생 연도
Month	Integer	과금 발생 월
total_seconds_current	Integer	현재까지 총 사용 시간(단위: 초)
total_seconds	Integer	특정 기준일까지의 총 사용 시간(단위: 초)
Cost	Float	총 사용금액
updated_at	Integer	갱신 시간



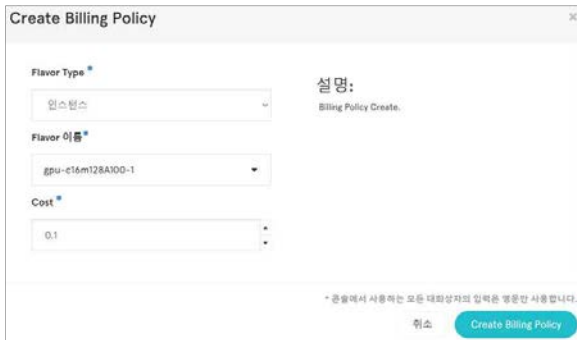
(그림 2) KI Cloud 과금체계 구성도

위에서 구성된 과금체계 구조에서 처리 프로세스는 (그림 3)에서 살펴볼 수 있으며 그 내용은 다음과 같다.

- ① (관리자) 사용 자원별 과금 정책을 설정하며, VM에 대해서는 Flavor별, 컨테이너에 대해서는 서비스 및 CPU 자원별로 과금 정책을 설정
- ② Openstack의 컴퓨트 노드와 Kubernetes의 워커노드에서 실행되는 자원 수집 에이전트를 통해 VM 및 Container의 자원 사용량을 수집하여 Prometheus에 저장

### 3. KI Cloud 과금 기능 구현

2장에서 설명된 설계를 바탕으로 구현된 KI Cloud 주요 과금 기능으로는 관리자의 과금 정책설정, 사용자별 서비스 사용에 따른 과금 현황을 웹 GUI를 통해서 쉽게 살펴볼 수 있다. 관리자에 수행하는 과금 정책 설정은 (그림 4)와 같으며, VM의 경우 Flavor별로 단위 사용금액인 Cost를 설정할 수 있도록 하였다. 이를 통해 사용자는 사용한 CPU 수량만큼 요금이 책정된다.



(그림 4) KI Cloud 과금정책 설정 화면

KI Cloud 사용자별 과금을 확인할 수 있는 화면은 (그림 5)와 같다. 사용자가 사용한 VM 및 Container 기반의 서비스별로 구분하여 서비스의 이름 및 종류, Flavor의 이름, vCPU의 수량 및 사용한 시간(초단위)과 vCPU 사용시간과 개수 및 과금 정책으로 계산되는 Cost 값을 확인할 수 있다.

이름	Total Seconds	Instance Type	vcpu	Flavor 이름	Cost
@batons-kicloud-kmjong-8486a14bde-56a7x	30	container	1	pod.generic	0.0
fileun-75d97563f-ccong	49	container	2	pod.generic	0.0
ese-book-49f49f98d-v2jad	34	container	1	pod.generic	0.0
hobtest1-77848975c-cvfin	34	container	1	pod.generic	0.0
test-496ab85d7-rf6sr	34	container	1	pod.generic	0.0
test-fgpe-85547c445-cmbb	34	container	1	pod.generic	0.0
kmjong-VM-20220319-007	1294000	Instance	16	sl-c16m32	2813.3
kmjong-VM-20220801-004	1294000	Instance	4	sl-c4m16	2813.3
lab-minio-test1-75849f77-hkgdt	34	container	1	pod.generic	0.0
lab-minio-test11-61442dc8b9-9y2a	34	container	1	pod.generic	0.0
my-shiny01-kicloud-kmjong-64846c70a5-efh9S	34	container	2	pod.generic	0.0
my-shiny02-kicloud-kmjong-6b47548644-dpwh	34	container	2	pod.generic	0.0
r-studio-server-5744f95cd-jp0tc	34	container	1	pod.generic	0.0
Summary	297405	-	-	-	5624.6

(그림 5) KI Cloud 사용자 과금 현황

### 4. 결론

본 논문에서는 KISTI의 초고성능컴퓨팅 클라우드인 KI Cloud 과금 시스템의 기능 설계 및 구현 방법에 대해서 살펴보았다. KI Cloud는 과금을 위하여 사용자별 VM 기반의 vCPU 사용량, Container 기반 서비스의 CPU 사용량을 관리하여 과금 효율을

적용할 수 있도록 하였다. 사용자에게 과금 납부의 적용 유무를 떠나 클라우드 서비스에서는 과금을 위한 사용량 측정 및 정책 적용의 기능은 반드시 필요한 부분이다. 현재까지는 CPU 사용량만을 적용하고 있지만, 향후 자원의 다양성을 반영할 수 있도록 메모리, 스토리지, GPU 가속기 등의 사용량 및 다양한 사용자의 요구사항을 측정하여 과금을 적용할 수 있는 체계로 개선할 예정이다. 이를 통해 KI Cloud의 서비스의 확대에 도움이 될 것으로 기대한다.

### ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서 수행하는 주요 사업 ‘초고성능컴퓨팅 공동활용을 위한 통합 환경개발 및 구축(K-22-L02-C06-S01)’의 지원을 받아 수행된 연구임.

### 참고문헌

[1] KI Cloud(KISTI Intelligent Cloud), <https://kicloud.ksc.re.kr/>  
 [2] Openstack, <https://www.openstack.org/>  
 [3] kubernetes, <https://kubernetes.io/docs/home/>  
 [4] 조혜영, 정기문, 홍태영, “KI Cloud 플랫폼을 위한 데이터 저장소 설계 및 구현”, 한국정보처리학회 춘계학술발표대회, 2021, 16-18  
 [5] 박주원, 이승민, 정기문, 홍태영, “KI Cloud: 슈퍼컴퓨터를 통한 빅데이터 분석 및 머신 러닝 서비스 구축 방안”, 한국정보처리학회 추계학술발표대회, 2020, 80-82  
 [6] 정기문, 조혜영, “오픈소스를 이용한 KI Cloud 모니터링 기능 구현”, 한국정보처리학회 추계학술발표대회 논문집, 2021, 115-117  
 [7] 장필식, 최일영, 최주철, 김재경, “클라우드 컴퓨팅 환경에서 AHP를 이용한 서비스 과금체계 연구”, 한국IT서비스학회지, 제11권, 제3호, 2012, 129-159