

## 이동컴퓨팅 환경에서의 에너지 효율성 증대를 위한 CORBA 컴포넌트 모델 확장

차창호<sup>0</sup> 이병훈 고영배 김재훈  
{chcha<sup>0</sup>, leebh}@dmc.ajou.ac.kr, {youngko, jaikim}@ajou.ac.kr

### Extensions of CORBA Component Model for improving Energy Efficiency in Mobile Computing Environments

Chang-ho Cha<sup>0</sup> Byoung-hoon Lee, Young-Bae Ko, Jai-Hoon Kim  
Graduate School of Information and Communication, Ajou University

#### 요 약

이동 컴퓨팅 환경에서 휴대용 기기의 저전력 설계는 매우 중요한 문제 가운데 하나라고 할 수 있다. 그동안 저전력 설계를 위한 한 방안으로 수행되어야 하는 작업을 전력이 풍부한 일반 개인용 컴퓨터 혹은 서버로 이전하는 방안이 제시되어왔다. 한편, 최근 컴포넌트 기반 시스템이 이동 컴퓨팅 환경에 적합한 환경으로 제시되고 있다. 본 논문에서는 대표적인 컴포넌트 기반 환경인 CORBA에서 전력이 풍부한 원격 컴퓨터에서 전력을 많이 소비하는 컴포넌트를 실행함으로써 전력 소비를 줄이는 방안을 제시한다.

#### 1. 서 론

CORBA Component Model[1]은 분산 객체 환경에서 컴포넌트를 단위로 하여 네트워크를 통해 하나의 프로세스를 이룰 수 있는 구조를 제시하고 있다. 앞으로 유비쿼터스 환경에서 이러한 컴포넌트 모델을 휴대용 기기에도 적용하게 될 것이다. 이 때, 중요한 문제 가운데 하나가 휴대용 기기의 제한된 전력량이다. CORBA 에서는 휴대용 기기의 전력 소비의 효율성에 대해서는 고려되어 있지 않다.

한편, 그동안 많은 분야에서 다양한 저전력 설계 방안이 연구되어 왔다. 이러한 설계 방안의 하나로 전력을 많이 소비하는 프로세스를 전력이 풍부한 컴퓨터로 이전함으로써 전력 소비량을 줄이는 방안이 연구되어왔다. 이러한 방법으로 전력을 많이 소비하는 프로세스는 무선 네트워크를 이용해 전력이 풍부한 장치에서 수행되도록 하고 결과를 돌려 받게 된다. 본 논문에서는 이러한 전력 소비량을 감소시키기 위한 프로세스 이전 기법을 CORBA Component Model에 적용하기 위한 방법과 그에 필요한 요소들에 대해서 논의한다.

작업을 이전하는 기법을 적용할 때, 우선 통신망을 사용하는 데에도 많은 양의 전력을 소비해야 하기 때문에 무조건 전력이 풍부한 컴퓨터로 작업을 이전하는 것이 전력 소비를 절약할 수 있는 것은 아니다. 작업을 이전하는 데 소비하게 될 전력과 현재 단말에서 실행할 경우 소비하게 될 전력을 비교하여 결정해야 한다. 또, 이처럼 하나의 작업을 이루는 여러 컴포넌트들이 네트워크를 통해 실행될 경우 효율성이 증대될 수도 있고 감

소할 수도 있다. 만약 어떤 작업이 실행될 때 효율성이 최소한의 수준 이하로 떨어지게 된다면 배터리의 효율은 고려할 수 없다.

따라서 본 논문에서는 CORBA Component Model 을 기반으로 하여, 과거 히스토리에서와 현재 상황에서의 효율성을 비교할 수 있는 PURE(Power Usage comparison and Reasoning Engine) 엔진과, 이러한 작업 이전 기법들을 컴포넌트 기반 환경으로 적용하는 방법, 그리고 PURE 엔진에서 사용될 컴포넌트들에 대한 정보를 가지는 PC-IDL(Power Conservable Interface Definition Language)을 제안한다.

#### 2. 관련연구

무선 네트워크 상에서 프로세스를 이전함으로써 전력 소비를 줄이는 기법들이 제시되어 왔다. Rudenko는 Linux 상에서 어플리케이션을 압축하여 ftp를 통해 전력이 풍부한 컴퓨터로 전달하여 실행시키고 결과를 받아 오는 시스템을 제안하였다[2]. 하지만 Rudenko가 제안한 시스템은 프로세스 단위에서 일어나는 일이므로 불필요하게 많은 양의 데이터를 전달하여 전력 소비 효율을 떨어뜨릴 수 있다. Othman은 Adaptive Load Sharing 알고리즘을 제안하였다[3]. Adaptive Load Sharing 알고리즘의 경우 처음 process를 처리할 때는 CPU 부하량이 알려지지 않기 때문에 전송 알고리즘이 적용되지 않고 처리 시간에 대한 정보만을 저장한다. 이후 프로세스가 실행될 때 원격실행이 더 효율적인지 판단하기 위해 저장된 이전 처리시간에 대한 정보를 계산에 활용한다.

CMU의 AURA 프로젝트에서는 Pervasive 컴퓨팅 환경에서 사용자가 휴대용 장치를 사용할 때 전력을 효율적

\* 본 논문은 과학기술부의 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워크 원천기반 기술개발의 프론티어사업에 의해 연구됨

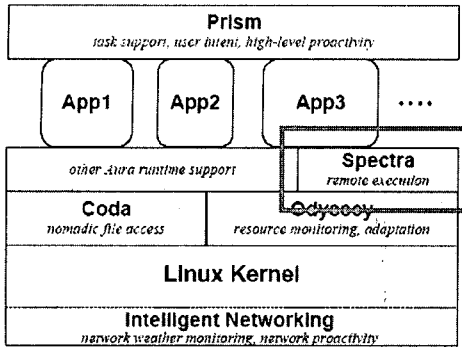


그림 1 Aura 시스템 구조

으로 사용할 수 있도록 하기 위해 Spectra 라는 시스템을 제안 했다[4]. Spectra는 애플리케이션의 자원사용량과 자원의 유용성을 감시하고 컴포넌트를 어떻게 실행하며 어디서 실행하지를 동적으로 결정하는 서비스를 제공한다. [그림1]에서처럼 Aura의 Spectra는 리눅스 커널과 Application 사이에서 동작하면서 어플리케이션이 원격에서 실행되어야 하는지 현재 장치에서 실행되어야 하는지를 결정하는 역할을 한다. Spectra는 또한 스스로 성장하는 기능을 갖고 있다. Spectra의 스스로 성장하는 기능은 수많은 어플리케이션에 대해 적용되어야 하는 특성상 필수적인 기능이라고 할 수 있고, 자가 성장을 통해 보다 정확한 판단을 통해 전력 소비 효율성을 높일 수 있다. 하지만, Aura의 구조 역시 프로세스 단위의 작업 이전이 일어나기 때문에 Rudenko가 제안한 시스템과 같은 불필요한 네트워크 전송이 일어난다는 문제점이 있다.

본 논문에서 제안하는 시스템은 [2]나 [4]와 달리 컴포넌트 기반 시스템 상에서 컴포넌트들이 상호 동작하는 데 있어, 각 컴포넌트를 전력 소비량과 성능에 따라 원격지에서의 수행 여부를 결정하는 시스템이다. 컴포넌트 기반 시스템에서의 저전력 설계가 [2]나 [4]에서의 시스템들에 비해 갖는 장점으로는 프로세스가 아닌 컴포넌트 단위로 원격지로 이전되므로 프로세스를 이전할 때보다 훨씬 효율적으로 이전이 이루어질 수 있다는 점을 들 수 있다. 또 컴포넌트 기반 프로그램들은 컴포넌트 간의 협업을 통해 원하는 작업이 수행되게 된

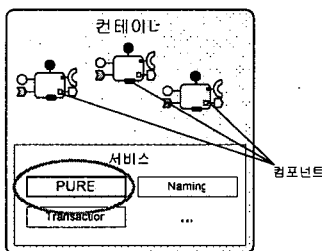


그림 2 CORBA Component Model 에서의 PURE 엔진

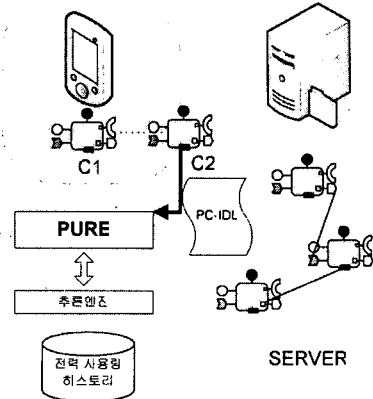


그림 3 PURE 엔진의 동작 순서 및 방법

다. 따라서 서로 다른 프로그램이 동작하는 상황이라도, 같은 컴포넌트를 원격지에서 동작시켜야 한다면 컴포넌트를 재전송할 필요 없이 재사용할 수 있다는 점 역시 장점이라 할 수 있다.

### 3. 구 조

#### 1. PURE(Power Usage comparison and Reasoning Engine)

CORBA 컴포넌트 모델에서 컴포넌트들은 각 컴포넌트 컨테이너에서 제공하는 서비스들을 이용하게 된다. PURE 엔진은 [그림2]에서 보듯이 컨테이너가 컴포넌트들에게 제공할 서비스의 역할을 한다. 그래서 어떤 컴포넌트가 해당 컨테이너에 적재되어있는 컴포넌트와의 결합을 요청할 때, PURE 엔진을 통해 실행 및 이전 여부를 결정한다. [그림 3]은 이 PURE 엔진의 동작 순서 및 방법을 나타내고 있다. 먼저 모바일 기기에서 어떤 작업을 수행하고자 C1이라는 컴포넌트와 C2라는 컴포넌트를 결합하여 수행하게 된다. 이때 C2 컴포넌트를 원격지의 서버에서 실행하게 될지 현 단말에서 실행하게 될지를 PURE 엔진에서 판단하게 된다. C2 컴포넌트가 가지고 있는 PC-IDL 에는 C2 컴포넌트가 일반적으로 소비하는 전력량에 대한 내용이 명시되어있다. PURE 엔진은 C2 컴포넌트의 PC-IDL에 명시되어 있는 내용과 과거에 C2 컴포넌트가 실제로 동작하면서 소비한 전력량에 대한 히스토리를 기반으로 하여 C2 컴포넌트가 실제로 동작될 곳을 결정하게 된다. 이 결정이 있기 전까지는 일단 C2 컴포넌트는 현 단말에서 실행되게 되고, 원격지에서 실행하게 될 경우 작업의 이전이 이루어지게 된다.

#### 2. PC-IDL(Power Conservable Implementation Description Language)

PC-IDL은 해당 컴포넌트의 일반적인 사용 전력량을

담기 위한 언어이다. PC-IDL에는 일반적인 상황에서의 사용 전력량, 무선 네트워크에서 전송할 때의 전력 소비량을 판단하기 위해 해당 컴포넌트의 크기, 그리고 해당 컴포넌트가 원격에서 실행 가능한지에 대한 설명이 기술된다. 각 컴포넌트들은 IDL이나 CIDL과 같은 컴포넌트 자신의 여러 정의 언어와 함께 자신의 PC-IDL을 직접 지니고 다닌다. PC-IDL의 내용은 컴포넌트가 처음 만들어질 때 컴포넌트를 만드는 이가 직접 기술해야 한다. 최초의 판단은 히스토리가 없으므로 이 PC-IDL만을 통해서 이루어지고, 그 이후로는 히스토리와 PC-IDL을 통합하여 추론엔진을 통해 추론하게 된다.

추론엔진에서는 현재 단말의 무선 네트워크 상태와 컴포넌트 실행 시에 사용 전력량, 실행시의 성능을 함께 히스토리에 저장하여, 어떤 컴포넌트가 실행될 때 현재의 네트워크 상태와 단말의 자원 상황, 성능을 고려하여 컴포넌트 이전 여부를 판단한다.

#### 4. 구현 방향

PURE 엔진의 구현은 소스 공개 프로젝트인 OpenCCM[5]에서 그림 2에서와 같이 서비스를 추가하는 방식으로 진행될 것이다. 추론엔진은 기본적으로는 규칙 기반으로 하고, 이 규칙들은 컴포넌트들이 실행되고 히스토리가 계속 생겨남에 따라 변화하게 되는 엔진이 될 것이다. PC-IDL은 XML을 기반으로 하고 기본적인 전력 소비량과 컴포넌트의 ID, 전력을 소비하는 방법을 담아 CORBA Component Assembly 내에 포함될 것이다. 또한, CORBA Component Mode 에서 서로 다른 원격지에 있는 컴포넌트들을 조립하여 작업을 수행하는 것은 이미 가능하므로 컴포넌트를 원격지로 전달해주거나 이미 존재하면 재사용하게 하는 메커니즘을 구현해야 한다.

#### 5. 결론 및 향후 연구 방향

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 분산 컴포넌트 기반 소프트웨어 시스템으로써 CORBA Component Model을 사용하기 위해서는 각각의 휴대용 이동 기기에서도 CORBA 시스템을 사용해야 한다. 이 때 휴대용 이동 기기는 전력량이 매우 제한적인데 CORBA 자체에서는 전력 소비 효율성에 대해서는 고려되지 않고 있다. 본 논문에서는 CORBA Component Model 위에서 전력 소비량이 큰 컴포넌트를 원격의 전력이 풍부한 컴퓨터에서 실행함으로써 휴대용 기기의 전력 소비량을 줄이는 방법을 제안하였다. 이러한 접근방식이 예전의 프로세스 이전 방식과 다른 점은, 일단 컴포넌트 기반 시스템에서는 하나의 프로그램이 컴포넌트 단위로 나뉘어져 있기 때문에 전송 단위가 프로세스일 때보다 매우 작다는 점이다. 따라서 무선 네트워크를 통해 전송할 때의 전력 소비량이 훨씬 줄어들 수 있다. 그리고, 서로 다른 프로그램이 실행되더라도 같은 컴포넌트를 사용하는 프로그램이라면 불필요하게 재전송 할 필요 없이 이미 전송한 컴포넌트를 재사용해서 사용할 수 있다.

현재 설계의 문제점으로 컴포넌트 기반의 환경에서는 컴포넌트들이 일종의 미들웨어 수준에서 실행되므로, 그 보다 하위 수준인 네트워크 수준에서의 특성은 고려하기가 힘들다는 점을 들 수 있다. 예를 들어, 컨트를 패킷이 상대적으로 덜 발생하는 프로토콜을 사용하여 전력 소비량을 줄였다 하더라도, 컴포넌트 컨테이너 수준에서는 어떤 프로토콜을 통해 얼마나 전력소비를 사용하는지 알기가 힘들다. 결국 컨트를 패킷이 덜 발생하는 프로토콜을 사용할 경우에는 작업을 이전하는 것이 효율적인데, 컨트를 패킷이 많이 발생하는 프로토콜을 사용할 경우 오히려 작업 이전이 비효율적일 수도 있다는 점이다. 이와 같은 문제는 네트워크 프로토콜 뿐만 아니라, 컴포넌트 미들웨어보다 보다 하위 수준에서 다양한 대안이 있는 경우에 문제가 된다. 이런 문제점을 극복하기 위해 각 컴포넌트에 대한 전력 사용 히스토리를 기록할 때 컴포넌트 사용에 있어 최종 전력 사용량까지도 기록하고 컴포넌트의 컨테이너와 커널이 직접 통신하여 이러한 정보들을 직접 얻는 설계를 고려하고 있다.

향후 연구 계획으로 위와 같은 문제점을 해결하는 설계와, 현재 제안된 시스템의 설계를 더욱 구체화 할 것이다. 현재 제안의 수준에서 PURE 엔진 내부설계를 보다 구체화해서 PURE 내부에서 필요한, 컨테이너들 간에 컴포넌트를 서로 주고 받을 수 있는 등의 모듈들을 정의해서 구현할 것이다. 또, 추론엔진에서의 추론 알고리즘을 더욱 구체화하여 보다 적합한 추론 결과를 통해 보다 전력 면에서 효율성을 높이도록 할 것이다.

#### 6. 참고문헌

- [1] The CORBA & CORBA Component Model Page, <http://www.ditec.um.es/~dsevilla/ccm/>
- [2] Rudenko, A., Reiher, P., Popek, G. J., and Kuenning, G. H. The Remote Processing Framework for portable computer power saving. In Proc. of the ACM Symposium on Applied Computing, San Antonio, TX, Feb. 1999.
- [3] M. Othman and S. Hailes, "Power conservation strategy for mobile computers using load sharing," Mobile Computing and Communications Review, 2(1):44-50, 1998.
- [4] J.Flinn, S.Y. Park and M.Satyanarayanan, "Balancing Performance, Energy, and Quality in Pervasive Computing", Proceedings of the IEEE International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS'02), Wien (Austria), July 2002.
- [5] OpenCCM - The Open CORBA Component Model, <http://openccm.objectweb.org/index.html>