

다중 에이전트기반 Hybrid형 상황 적응 시스템

조재우^o, 이승화, 이은석
성균관대학교 컴퓨터공학과
{jaewoo^o, jbmania, eslee}@selab.skku.ac.kr

Multi-Agent based Hybrid Context-Adaptive System

Jaewoo Cho^o, Seunghwa Lee, Eunseok Lee
Dept. of Computer Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

최근 컴퓨팅 환경의 변화와 함께, 무선 환경에서 발생할 수 있는 다양한 제약사항들을 극복할 수 있는 적응형 시스템에 대한 연구 필요성이 갈수록 높아지고 있다. 본 논문에서는 기존에 다양한 방법으로 연구되고 있는 적응형 시스템들의 단점을 보완하고, 장점을 취합하여, 클라이언트와 프록시 서버에 작업 모듈을 적절히 분산시킨 Hybrid형 시스템을 제안한다. 제안시스템은 주변상황을 인식하고, 이에 대한 대응방안을 결정하는 작업은 클라이언트에서 수행하며, 미디어 콘텐츠를 직접 변경하는 적응 작업은 상대적으로 리소스가 풍부한 프록시 서버에서 수행한다. 이를 통해, 클라이언트와 프록시 서버는 적응에 대한 계산 부하를 적절히 나누어 갖게 되며, 미디어 콘텐츠의 조절뿐만 아니라 실행되고 있는 애플리케이션의 파라미터도 조절이 가능해진다. 또한 클라이언트는 단지 결정에 대한 지시만을 서버로 전송함으로써, 전송되는 메시지의 양을 줄일 수 있고, 작업내역과 같은 개인정보 유출을 방지할 수 있다. 본 논문에서는 제안 시스템을 멀티미디어 통신인 '화상회의시스템'에 적용하여 기능을 실험하였으며, 기존의 적응형 시스템들과 기능적 비교를 통해, 본 시스템의 유효성을 평가하였다.

1. 서 론

오늘날 무선인터넷은 급속한 발전을 통해, 고속 광대역 이동통신 서비스 및 글로벌 서비스가 가능해졌으며, 동영상과 같은 다양한 형태의 정보전송도 가능해졌다. 이러한 정보통신기술의 발전과 함께, 다양한 형태의 Handheld 디바이스 보급이 확산되었고, 이를 통해, 우리는 언제, 어디서나 필요한 정보를 손쉽게 이용할 수 있게 되었으며, 최근에는 '유비쿼터스 컴퓨팅'이라는 키워드도 등장하게 되었다. 이와 같은 변화로 인해, 고정된 장소에서 유선인터넷과 데스크탑 PC를 이용하여 행해지던, 기존의 많은 작업들이 시공간의 한계를 극복하여 자유로운 작업형태를 갖게 되었다. 그러나 아직까지 많은 무선 디바이스들은 작은 화면과 낮은 CPU, 적은 메모리 용량과 같은 제한된 성능을 가지고 있으며, 또한 고정된 네트워크 환경과는 달리, 사용자가 이동함에 따라 동적으로 환경이 변화하고, 이와 함께 디바이스의 성능도 수시로 변화하게 되는 특성을 가지고 있다. 따라서 이와 같은 제한된 리소스와 동적으로 변화하는 환경에서도 적절한 서비스 레벨을 유지하기 위한 적응형 시스템에 대한 연구가 많은 기관에서 다양한 방법으로 진행되고 있다 [2][3][4][5][6]. 우리는 이와같은 여러 형태의 기존 적응형 시스템들의 특성을 조사하고, 그것들의 장점을 취합하여 Hybrid 형 적응시스템을 설계하였으며, 이를 기존에 유선인터넷을 통해 이루어지던 '화상회의시스템'에 적용하여 그 기능을 실험하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구로 기존 적응형 시스템을 크게 세 가지 방식으로 분류하여, 각 방식의 장단점을 간략히 기술하였으며, 이를 기반으로 설계된 Hybrid 시스템을 3장에 소개하였다. 4장에서는 제안시스템을 멀티미디어 통신인 '화상회의시스템'에 적용한 내용과 시스템 평가를 기술하였으며, 결론과 향후 과제를 5장에 기술하였다.

2. 관련연구

적응형 시스템은 '적응'이 이루어지는 위치에 따라서 크게 클라이언트, 서버, 프록시 적응으로 구분할 수 있다 [1]. 먼저, 클라이언트 적응형 시스템은 적응모듈이 사용자의 기기에 내장되어, 변화하는 환경을 모니터하고 그에 맞게, 기기의 설정이나 미디어 콘텐츠의 품질을 조정하는 방식을 의미한다[2][3]. 이는 기기의 성능정보나 작업 History와 같은 개인정보를 외부로 유출하지 않는 장점이 있으며, 기기의 설정을 조정하거나 기능을 변경하기 위해 Reconfiguration을 수행하는데 적합하다. 그러나 미디어 콘텐츠 조정과 같은 작업은 많은 리소스를 필요로 하기 때문에, 그것이 사용자의 기기에 전송되기 이전에 이루어져야 하며, 따라서 클라이언트 적응형 시스템에서는 이루어지기 어렵다는 단점이 있다.

두 번째로 서버 적응형 시스템은 적응형 모듈이 서버 측에 내장되어, 사용자가 정보를 요청할 때, 그 사용자의 프로파일 정보를 함께 전송받아, 그것에 맞는 미디어 콘

텐츠를 연결시켜주는 방식을 의미한다[4]. 각 서버는 곧 미디어 콘텐츠를 제공하는 벤더(vendor)이기 때문에, 가장 최적화된 콘텐츠의 버전을 미리 준비해놓고 적응을 해줄 수 있는 장점이 있다. 그러나 이 방식은 서버의 부하를 높이는 결과를 가져오며, 기존 콘텐츠 제공 서버의 컴포넌트를 대폭 수정해야 하는 단점을 가지고 있다.

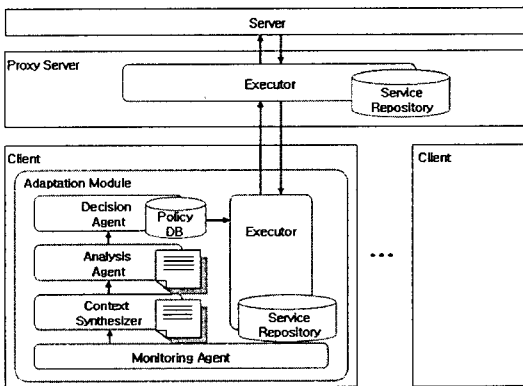
세 번째로 클라이언트와 서버 중간에 프록시 서버를 두고, 여기에 적응모듈을 설치하여, 적응을 수행하는 프록시 적응형 시스템이 있다[5][6]. 이는 서버나 클라이언트의 컴포넌트를 수정하지 않고, 프록시 서버에 적응모듈을 추가함으로써 적응이 가능해진다는 장점이 있다. 그러나 이 방식은 서버 적응방식과 마찬가지로 사용자나 시스템의 여러 정보를 클라이언트 외부로 전송해야 하며, 이 과정에서 사용자의 개인정보가 유출될 수 있는 단점이 있다(이후 사용자의 작업 내역과 같은 개인정보는 사용자 취향을 추론하는데 확장되어 사용될 수 있다).

이와 같은 기존의 여러 관련시스템의 단점을 보완하고 장점을 취합하여, 클라이언트와 프록시 서버에 작업 모듈을 적절히 분산시킨 Hybrid형 적응 시스템을 제안한다.

3. 제안시스템

3.1 시스템 구성

제안시스템은 크게 클라이언트 모듈과 프록시 서버 모듈로 구성되며, 각 모듈은 다음과 같은 세부 모듈로 구성된다. 전체적인 시스템의 구조는 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 전체적인 시스템의 구조

- Monitoring Agent : 클라이언트 디바이스의 성능정보와 동적으로 변화하는 내/외부 상황정보를 수집하는 역할을 한다.
- Context Synthesizer : Monitoring Agent로부터 수집된 정보를 취합하여 프로파일로 기술하는 역할을 한다.

이때, 프로파일 정보는 W3C의 CC/PP를 이용한다[7].

- Analysis Agent : 생성된 프로파일 정보를 기반으로 현재의 상황을 해석하고 분석하는 역할을 한다.
- Decision Agent : 분석된 정보를 받아서 Policy DB의 정책을 기반으로, 상황에 맞는 적응 서비스를 선택하고 그 내용과 강도를 결정하는 역할을 한다.
- Policy DB : 각 상황에 대한 대응방안이 규칙으로 저장되며, 최초에는 전문가에 의해 생성되고, 이후에는 스스로 규칙을 확장한다[8].
- Executor : Decision Agent의 결정에 따라, 직접 적응 서비스를 수행하는 역할을 하며, 애플리케이션의 조정은 Client측의 Executor가 수행하고, 미디어 콘텐츠에 대한 조정은 Proxy Server의 Executor가 수행하게 된다.
- Service Repository : 적응에 필요한 서비스 컴포넌트들이 저장된다.

3.2 시스템 동작 과정

시스템의 전체적인 동작 과정에 대한 Pseudo Code가 [그림 2]에 나와 있다.

```

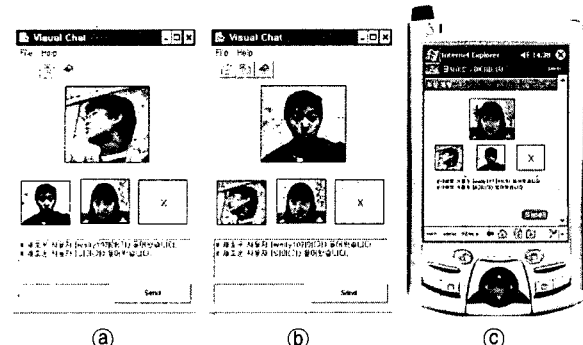
Step 1. Monitoring Agent: Context 정보 수집, 중요한 변화가 발생한 경우 Context Synthesizer로 정보를 전송
  Step 1.1. 디바이스의 Resource capacity 정보 수집 (예:CPU, Storage용량)
  Step 1.2. 동적으로 변화하는 Resource 사용량 정보와 주변 환경정보 수집 (예:CPU, Storage사용량, bandwidth)
Step 2. Context Synthesizer: 수집된/전송 받은 정보를 취합하여 Profile 생성/갱신
Step 3. Analysis Agent: Profile을 분석하여 현재 상황을 해석하고 분석
Step 4. Decision Agent: 분석된 내용과 Policy DB의 정책을 기반으로 적절한 대응방안을 선택
  Step 4.1. 애플리케이션의 파라미터 조정이 필요할 때, 클라이언트 측의 Executor가 이를 수행
  Step 4.2. 미디어 콘텐츠의 변경이 필요한 경우, Proxy Server의 Executor가 이를 수행
    
```

[그림 2] 전체적인 시스템 동작에 대한 Pseudo Code

4. 구현 및 평가

본 시스템은 평가를 위해, 프로토타입을 구현하여 웹 기반의 멀티미디어 통신인 '화상회의시스템'에 적용하여 기능을 테스트하였으며, 각 모듈은 주로 자바를 이용하여 개발되었다. 실험 대상은 유선네트워크로 연결되었고, 상대적으로 풍부한 리소스를 가진 데스크탑 PC와, 무선네트워크로 연결된 노트북 PC, 그리고 부족한 리소스를 가지고 있고, 무선네트워크를 통해 연결된 PDA를 대상으로 하였다. 노트북 PC에서는 실제 리소스가 부족한 상황을 만들기 위해, 임의로 프로세스를 일정기간 발생시

켰으며, 그 결과, 프로그램을 구동하였을 때, 미디어 콘텐츠의 품질이 조절되고 적절한 서비스 레벨을 유지하는 결과를 얻었다. [그림3-①]의 경우, 적응이 일어나지 않은 데스크탑 PC의 화면이며, [그림3-②]는 적응이 일어나 미디어 콘텐츠의 품질이 조정된 노트북 PC의 화면이다. [그림3-③]는 미디어 콘텐츠가 PDA 상에서 컬러에서 흑백으로 조정(Degrading)된 결과화면이며, 이는 시뮬레이터를 이용하여, 부족한 리소스 값을 임의로 입력하고 실험 하였다.



[그림 3] 각기 다른 환경에서 실행된 화상회의시스템

실험 이후, 기존 적응형 시스템들과 기능적 비교를 수행하였으며, 이를 통해 본 시스템의 유효성을 평가하였다. 기능비교표는 <표 1>과 같다.

<표 1> 기존 적응형 시스템들과의 기능적 비교

| 평가내용 | Adaptation의 위치 | | | Proposed System |
|---------------------|----------------|--------|-------|-----------------|
| | Client | Server | Proxy | |
| 디바이스와 애플리케이션의 설정 조절 | ○ | - | - | ○ |
| 미디어 콘텐츠 품질 조절 | △ | ○ | ○ | ○ |
| 적응에 대한 작업 부하 분산 | - | - | - | ○ |
| 클라이언트 정보의 외부 유출 방지 | ○ | - | - | ○ |

본 시스템은 <표 1>의 결과와 같이 기존 적응형 시스템에 비해 보다 많은 장점을 갖고 있음을 알 수 있다. 이외에도 본 제안 시스템은 사용자의 피드백을 통해 Rule을 학습하고 자동 확장하는 특성을 갖고 있다.

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 기존에 다양한 방법으로 연구되고 있는 적응형 시스템들의 단점을 보완하고 장점을 취합하여 클라이언트와 프록시 서버에 작업 모듈을 적절히 분산시킨 Hybrid 적응 시스템을 제안하였으며, 멀티미디어 통신인 '화상회의시스템'에 적용하여 그 성능을 시험하였다.

이를 통해, 클라이언트와 프록시 서버는 적응에 대한 계산 부하를 적절히 나누어 갖게 되며, 미디어 콘텐츠의 조절뿐만 아니라 실행되고 있는 애플리케이션의 파라미터도 조절이 가능해진다. 또한 클라이언트는 단지 결정에 대한 지시만을 서버로 전송함으로써, 전송되는 메시지의 양을 줄일 수 있고, 작업 내역과 같은 개인정보 유출을 방지할 수 있다. 이러한 제안 시스템의 특성은 제한된 무선 컴퓨팅 환경의 여러 제약사항을 어느 정도 해소하고, 보다 편리한 무선 컴퓨팅 환경을 제공해줄 것으로 기대된다. 향후 연구과제는 다음과 같은 것들이 있다.

- 무선 컴퓨팅 환경에서 발생할 수 있는 보다 다양한 Context의 활용
- Context의 수집과 분석 및 관리를 위한 보다 효율적인 알고리즘
- 에이전트간에 전송되는 메시지의 보안
- 보다 다양한 형태의 적응 서비스 개발

< 참고 문헌 >

[1] M. Margaritidis, G.C. Polyzos, "Adaptation Techniques for Ubiquitous Internet Multimedia", Wireless Communications and Mobile Computing, vol.1, No.2, pp.141-163, Jan.2001.

[2] Brian Noble, "System Support for Mobile, Adaptive Applications", IEEE Personal Communications, Vol.7, No.1, pp.44-49, Feb.2000.

[3] C.Y. Hsu, A. Ortega, M. Khansari, "Rate control for robust video transmission over burst-error wireless channels", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.17, No.5, May.1999.

[4] Friday A., N. Davies, G. Blair and K. Cheverst, "Developing Adaptive Applications: The MOST Experience", Journal of Integrated Computer-Aided Engineering, Vol.6 Num.2, pp.143-157, 1999

[5] M. Margaritidis, G.C. Polyzos, "MobiWeb: Enabling Adaptive Continuous Media Applications over 3G Wireless Links", IEEE Personal Communications Magazine, vol.7, no.6, pp.36-41, Dec.2000.

[6] IBM WebSphere® Transcoding Publisher, http://www-306.ibm.com/software/pervasive/transcoding_publisher

[7] W3C, Composite Capability / Preference Profiles (CC/PP), <http://www.w3.org/Mobile>, 2004

[8] Seunghwa Lee, Jehwan Oh, and Eunseok Lee, "An Architecture for Multi-Agent based Self-Adaptive System in Mobile Environment", LNCS Springer-Verlag, ('In Press'), Jul.2005.