

분산 컴포넌트 저장소를 위한 검색 에이전트 시스템

"원성재* 박서영** 우치수*
* 서울대학교 컴퓨터 공학부
{suezo, wuchisu}@selab.snu.ac.kr
** 한국전자통신연구소 psy@etri.re.kr

A Search Agent System for Distributed Component Repository

"Seong-Jae Won*, Seo-Young Park**, Chi-Su Woo*
* School of Computer Science and Engineering, Seoul National University
** Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

소프트웨어 부품 라이브러리나 소프트웨어 저장소(Repository)는 소프트웨어 재사용의 중요한 역할을 해왔고, 인터넷과 웹을 통한 그 검색 수요가 증가하고 있을 뿐 아니라, 개발되는 컴포넌트(Component)의 숫자도 급속도로 증가하고 있다. 본 논문에서는 웹 기반 검색 엔진과 에이전트(Agent) 시스템을 결합해서 분산된 컴포넌트 저장소의 컴포넌트 정보를 통합 검색할 수 있는 검색 시스템을 제안한다. 웹 기반 검색을 통해 일반 사용자들의 컴포넌트 검색 요구를 충족시키고, 모바일 에이전트(Mobile Agent)의 기능을 이용하여 효율적인 분산 저장소의 정보 검색 시스템의 구조를 구현한다. 또한 모바일 에이전트(Mobile Agent)로 구현된 검색 에이전트의 사용으로, 오프라인(Off-line) 상태에서의 검색과 분산 저장소의 병렬 검색을 가능하게 하여 분산 저장소 검색의 성능을 높이고, 기존의 분산된 저장소와 검색 시스템간의 쉬운 결합 구조를 제안한다.

1. 서론

소프트웨어 부품 저장소를 통한 재사용은 생산성 향상을 위한 중요한 방법으로 인식되어 왔다. 더욱이 인터넷과 웹을 통한 사용이 폭발적으로 증가하면서 소프트웨어 재사용은 기업이나 조직체 내에서만 사용하는 인터넷 기반에서 전 세계가 공유할 수 있는 인터넷 수준으로 급속히 개발되고 있다. 또한 최근 들어 이진(Binary) 형태의 컴포넌트(Component)가 재사용 단위로서의 지위를 확고히 하고 있고, 컴포넌트들의 개발이 세계 곳곳에서 이루어짐에 따라, 컴포넌트의 숫자가 기하급수적으로 증가하는 추세이다. 따라서 이 막대한 양의 컴포넌트들을 효율적으로 검색해 줄 수 있는 컴포넌트 명세서의 형태와 검색 시스템이 중요하게 되어, 많은 연구와 구현이 이루어지고 있다. 또한 일반 개발자나 전자 상거래를 위한 컴포넌트 검색 요구가 증가하고 있기 때문에, 웹에서 분산 컴포넌트 저장소들을 통합 검색할 수 있는 검색 시스템의 역할이 중요하다.[1]

기존의 웹을 통한 저장소의 검색은 일반 웹 검색 엔진과 마찬가지로 데이터베이스에 저장된 컴포넌트 정보를 CGI(Common Gateway Interface) 프로그램을 통해 검색한 후 그 검색 결과를 사용자에게 반환하는 구조를 가지고 있다. CGI 프로그램의 특성상 사용자는 CGI 프로그램의 수행이 끝날 때까지 기다려야 하고, 관련된 여러 저장소를 동시에 검색하여 결과를 보여주는 CGI 기반의 검색 엔진[4, 5]의 경우에는 사용자가 검색 CGI 프로그램이 등록된 모든 저장소에 대한 순차적인 검색을 수행하므로, 검색 시간이 비효율적이다. 또한 검색

엔진이 다른 저장소의 데이터베이스 구조와 검색 엔진의 양식을 시스템이 미리 알고 있어야 하며, 검색 시스템에 저장소의 정보가 추가될 때마다 검색 엔진의 수정이 필요하다. 또한 저장소의 검색에 대한 부하를 검색 시스템에서 부담하게 되므로 저장소의 수가 증가함에 따라 검색 성능이 저하된다. 따라서, 통합 검색을 위한 검색 시스템의 구조는 저장소의 검색 엔진에 대하여 독립적이며, 저장소의 증가에 따른 검색 엔진의 수정과 성능 저하를 막을 수 있는 구조를 가져야 한다. 이에 기존의 웹 검색 방식의 인터페이스를 유지하면서, 이러한 CGI 기반의 프로그램의 단점을 보완할 수 있는 것이 모바일 에이전트(Mobile Agent)[2]와의 결합이다. 모바일 에이전트는 생성된 시스템에서 작업을 위임받아, 등록된 저장소들을 인터넷을 통해 이동하여, 지정된 작업을 수행하고, 그 결과를 본래의 시스템으로 돌아와 보고하는 자율적인(Autonomous) 모듈(Module)이다. 본 연구에서는 CGI 프로그램과 검색 시스템 내의 에이전트 서버와 협동 구조를 이용하여, 웹 기반 검색 시스템과 분산 컴포넌트 저장소를 쉽게 결합할 수 있는 에이전트 구조, 모바일 검색 에이전트를 이용한 저장소의 병렬 검색 방법을 제안한다. 또한 컴포넌트는 이진 형태로 제공되기 때문에 검색을 위해서는 컴포넌트의 명세서를 저장, 검색해야 한다. 본 논문에서는 XML(eXtensible Markup Language)로 작성된 컴포넌트의 명세서를 검색 대상으로 하며, 검색 에이전트의 저장소 검색을 위한 검색 질의의 XML 형태를 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련 연구에 대하여 기술하고, 3장에서 시스템 구조와 에이전트들의 역할을 기술하고, 사용자 의 검색 질의를 받아 처리하는 과정에 대하여 기술한다. 4장에서

† 본 논문은 한국과학재단 핵심전문연구(과제번호: 981-0923-119-2) 연구비 지원에 의하여 연구되었음

시스템에 구현에 사용된 기술에 대해 서술하고, 5장에서 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 관련 연구

2.1 XML(eXtensible Markup Language)

일반적으로 컴포넌트는 이진 코드 형태로 제공되기 때문에, 사용자의 요구사항을 만족하는 컴포넌트를 검색하기 위해서는 컴포넌트 명세서를 대상으로 할 필요가 있다. 그리고 웹 기반의 컴포넌트 검색을 수행하기 위해서는 컴포넌트의 구조적인 명세 표현이 가능하고, 웹 브라우저에서도 사용될 수 있는 문서 형태를 사용하는 것이 바람직하다. 최근에는 HTML(HyperText Markup Language) 대신에 이러한 요구를 만족하는 언어인 XML에 대한 관심이 커지고 있고, 많은 연구가 이루어지고 있다.[6] 본 연구에서는 XML을 에이전트간의 통신을 위한 검색 질의서와 컴포넌트를 표현하기 위한 문서 양식으로 사용한다.

2.2 모바일 에이전트(Mobile Agent)

모바일 에이전트는 자신의 실행 환경을 생성된 시스템 자체에 두지 않고, 네트워크를 통해 자신의 코드를 다른 시스템으로 이동시켜 실행할 수 있는 모바일리티(Mobility)의 특징을 가진 오브젝트(Object)이다. 본 시스템에서는 분산 저장소의 검색을 위하여 모바일 에이전트를 사용한다.

3. 검색 에이전트 시스템

3.1 시스템 구조

본 논문의 컴포넌트 검색을 위한 에이전트 시스템은 XML로 표현된 컴포넌트 명세서들의 저장소의 인덱스 정보로부터, 사용자의 질의에 가장 적합한 명세서를 찾아준다. 사용자 인터페이스 서블릿(Servlet)은 웹 브라우저를 통해 입력된 사용자의 검색 질의를 검색 에이전트를 위한 검색 질의로 작성하고, 사용자 인터페이스 에이전트를 생성하여, 검색을 수행하도록 명령한다. 그 후에는 사용자 인터페이스 에이전트의 제어 하에서, 에이전트간의 협동을 통해 검색이 수행된다.

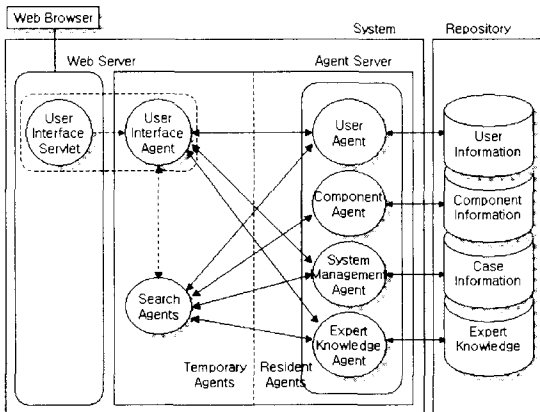


그림 1. INSEAS 전체 구조

시스템은 그림 1에서 보이는 것처럼 검색 수행 단계에서의 역할과 속성에 따라 사용자 인터페이스 서블릿과 임시 에이전트(Temporary Agent), 상주 에이전트(Resident Agent)들의 그룹(Group)으로 구성이 되고, 각 그룹의 구성과 역할은 다음과 같다.

사용자 인터페이스 서블릿(User Interface Servlet)은 웹 기반의 사용자의 검색을 위한 인터페이스의 기능을 수행한다. 웹 브라우저를 통한 사용자의 입력을 받아서 검색 질의를 작성하고, 질의 수행을 위하여 웹 서버와 에이전트 서버의 에이전트들과 연동 하는 역할을 수행한다.

임시 에이전트 그룹(Temporary Agent Group)은 사용자의 검색 질의가 있을 경우, 생성되어 저장소들을 이동하며 검색을 수행, 소멸되는 속성을 가진 에이전트들로 사용자 인터페이스 에이전트와 검색 에이전트가 있다. 사용자 인터페이스 에이전트(User Interface Agent)는 웹 CGI 프로그램과 에이전트 서버와의 연결을 유지하는 중계자적인 역할을 하는 에이전트이다. 사용자 인터페이스 에이전트는 검색 질의의 수행을 대리하여, 오프라인(Off-line) 상태의 검색을 지원하며, 다수의 검색 에이전트들을 제어하는 역할을 수행한다. 검색 에이전트(Search Agents)는 모바일 에이전트이며 사용자 인터페이스 에이전트로부터 검색 필요에 따라 생성되어, 자신이 방문할 저장소의 주소와 검색 질의서를 부여받으면 저장소를 방문하여, 그림 2에서 보이는 것처럼 해당 저장소의 상주 에이전트로부터 질의 검색 결과를 받아오는 역할을 수행한다.

상주 에이전트 그룹(Resident Agent Group)은 저장소에 상주하는 에이전트들로 저장소 내의 자원들을 관리하고, 검색 에이전트의 저장소 데이터에 대한 요구를 처리하여주는 역할을 한다. 검색 시스템으로부터 방문한 검색 에이전트의 요구를 처리할 수 있도록, 항상 상주하는 속성을 가지며, 검색 성능을 위해 요구가 있을 때 그림 2에서 보이는 것처럼 자신의 클론(Clone)을 생성하여 검색 에이전트의 검색 질의를 수행하도록 증강한다. 관리하는 데이터의 종류에 따라 콤포넌트 에이전트, 사용자 에이전트, 시스템 관리 에이전트, 지식 관리 에이전트가 있으며, 분산 저장소의 외부 검색 시스템을 위한 인터페이스의 기능을 수행한다. 따라서 검색 시스템에 저장소가 등록될 경우에는 제공하는 상주 에이전트들을 저장소의 데이터베이스 구조에 맞게 결합, 설치해야 한다.

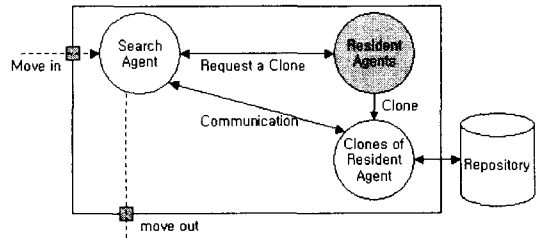


그림 2. 검색 에이전트와 상주 에이전트간의 연동

3.2 제어 구조

에이전트들의 협동을 위한 기본적인 작동 메카니즘은 그림 3과 같다. 에이전트간의 통신과 데이터 전달 방식은 메시지 전달을 통한 관련 메소드의 수행과 응답 과정으로 이루어져 있다. 따라서 에이전트들은 약속된 메시지 종류에 의해서 다른 에이전트와 자신의 동작을 제어할 수 있다.

에이전트는 자신이 이해할 수 있는 메시지의 이름을 기억하고, 관련된 메시지를 받았는지를 메시지 핸들러(Message Handler)를 통해 확인하고, 예약된 메소드를 수행하여 결과를 반환하는 구조를 가진다. 이런 구조는 저장소의 기존 검색 모듈을 상주 에이전트의 형태로 쉽게 변형할 수 있는 방법을 제공한다.

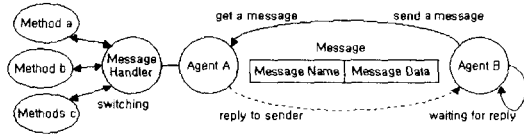


그림 3. 에이전트간의 메시지를 사용한 제어구조

3.3 검색 질의서

검색 에이전트와 분산 저장소의 컴포넌트 에이전트들이 협동하여 검색을 수행하기 위해서는 에이전트간의 소통을 위한 언어가 필요하다. 그 중 가장 중요한 것이 컴포넌트에 대한 사용자의 요구사항을 명시하는 검색 질의서인데, 본 시스템에서는 XML을 사용하여 이 명세를 표현한다. 본 시스템은 XML 문서의 구조적 정보를 검색할 수 있는 문맥 기반 검색(Context-based Search) 방법을 사용하여 XML 기반의 컴포넌트 명세서를 검색한다.[7] 본 연구에서 컴포넌트의 문맥 기반 검색을 위한 검색 질의서의 명세는 다음과 같다.

문맥 기반 검색에서의 가장 기본적인 질의의 단위는 다음과 같은 형태를 가진다.

Query = <Context = Term, weight(w : 0~1)>

또한, 검색 질의서는 질의(Query)와 불린(Boolean) 연산자들로 이루어진 불린 식(Boolean Expression)이고, 불린 연산의 우선 순위는 XML의 트리(Tree) 구조에 따라 처리한다. 따라서 검색 질의서의 DTD(Document Type Definition)는 다음과 같이 정의할 수 있다.

```

<!-- Query_Sheet.DTD -->
<!ELEMENT Query_Sheet (Sub_Query | Query)*>
<!ELEMENT Sub_Query (Query, Optr)*>
<!ELEMENT Query (Context, Term)*>
<!ATTLIST Query
  weight CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT Context (#PCDATA)>
<!ELEMENT Term (#PCDATA)>
<!-- Optr = {AND, OR} -->
<!ELEMENT Optr (#PCDATA)>
    
```

3.4 검색 과정

그림 4에서는 사용자의 컴포넌트 검색 질의의 처리 과정을 보이고 있다. 웹 브라우저를 통해 입력된 사용자 질의는 사용자 인터페이스 서버를 호출하게 되고, 사용자 인터페이스 서버를 CGI 입력 양식을 컴포넌트 검색 질의 양식으로 변환하여 에이전트 서버에 사용자 인터페이스 에이전트의 생성을 요청한 후, 생성된 에이전트에게 그 임무를 일임한다. 이는 기존의 웹 기반 검색 인터페이스를 유지하면서, 사용자에게 에이전트의 사용을 위한 부가적인 클라이언트(Client) 프로그램의 설치를 요구하지 않는다는 것과 오프라인 상태에서도 에이전트가 검색을 진행할 수 있다는 점에서 의미가 있다.

사용자 인터페이스 에이전트는 컴포넌트 저장소를 방문하여 검색을 수행할 검색 에이전트들을 생성하고, 시스템에 등록되어 있는 컴포넌트 저장소의 주소와 검색 질의서를 검색 에이전트에게 전달하여 검색을 수행하도록 명령한다. 이 때 검색 에이전트들은 할당된 저장소로 이동하여 해당 저장소의 상주 에이전트로부터 검색 결과를 얻어낸 뒤, 사용자 인터페이스 에이전트가 있는 에이전트 서버로 돌아가 결과를 보고한다. 그리고, 사용자 인터페이스 에이전트는 오프라인(Off-Line) 검색일 경우에는 검색 결과를 받아 저장하여 사용자에게 검색이 종료되었음을 보고하고, 온라인(On-line) 검색일 경우에는 사용자 인터페이스 서버를 통해 결과를 보여준 뒤 소멸한다.

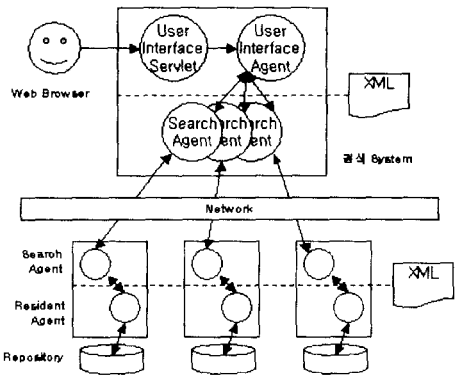


그림 4. 분산 저장소의 검색 과정

4. 시스템 구현 환경

본 연구의 프로토타입(Prototype) 시스템은 윈도우즈 운영체제 하에서 JDK 1.1.8(Java Development Kit)로 구현되었고, 사용자 인터페이스로 사용되는 웹 서버와 서블릿 환경은 JSDK 2.0(Java Servlet Development Kit)을 사용하여 구현되었다. 그리고, 시스템 내부의 에이전트와 에이전트 서버의 개발을 위해서 IBM에서 개발된 에이전트 개발 도구인 ASDK 1.0.3(Aglet Software Development Kit)[3]을 사용하였다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 웹에서 XML 기반의 분산 컴포넌트 저장소 검색을 위한 에이전트 시스템, XML 기반의 컴포넌트 검색 질의서의 표현, 그리고 에이전트를 사용한 분산 저장소 검색 방법을 제안하였다. 다수의 모바일 에이전트를 이용한 병렬 검색 방법을 지원하여 검색 성능이 분산 저장소 수의 증가에 적게 영향을 받으며, 웹 기반의 오프라인 검색, 분산 저장소의 정보 공유를 위한 에이전트 구조를 제공한다. 향후 연구 방향은 다양한 데이터베이스를 가진 저장소와 보다 쉬운 통합을 위한 상주 에이전트 구조의 구현과, 저장소의 보안을 위한 에이전트간 인증에 관한 연구이다.

참고문헌

- [1] D.S. Haverkamp, and S.Gauch, "Intelligent Information Agents: Review and Challenges for Distributed Information Sources", *Journal of the American Soc. For Info. Sci.*, Vol. 49, No. 4, pp304-311, 1998
- [2] Daniela Rus, Robert Gray, and David Kotz, "Transportable Information Agents", proceedings of SIGART, 1997
- [3] IBM Aglets Homepage, <http://www.trl.ibm.com.jp/aglets/>
- [4] Component Source Homepage, <http://www.componentsource.com/>
- [5] Alphabeans Homepage, <http://www.alphaworks.ibm.com/alphabeans>
- [6] 김원기, 안치돈, 이윤수, 왕창중, "XML 기반의 컴포넌트 명세 언어", 한국정보과학회 추계 학술발표논문집, 1999
- [7] 박서영, 신영진, 우치수, "XML 명세서 기반의 컴포넌트 검색 기법", 한국정보과학회 논문지, February 2000