

분산 시각미디어 검색 프레임워크를 위한

결함허용 시스템 설계

신휴정^o 심준용 김세창 원재훈 김정선
한양대학교

{hjjin^o, jyshim, sckim, jhwon, jskim}@cse.hanyang.ac.kr

The Design of Fault Tolerant System

for Semantic Web based Visual Media Retrieval Framework

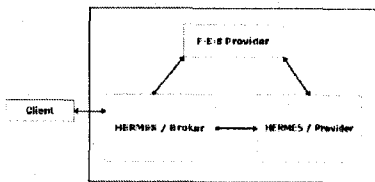
Hyujeong Jin^o J.Y. Shim S.C. Kim J.H. Won Jungsun Kim
Dept. of Computer Engineering, Hanyang University

요 약

Ontology를 이용한 분산 시각미디어 검색 프레임워크인 HERMES(The Retrieval Framework for Visual Media Service)[1][2]는 보다 정확한 시각미디어 정보를 제공하고 웹서비스(Web Services)를 적용하여 HERMES/Provider[1][2]의 자율성을 보장한다. 웹기반의 분산 환경에서 Visual Media Data에 대한 지능적인 검색을 위하여 Meta Data와 Ontology를 이용하고 이기종간 통신을 위한 웹서비스를 제공하는 HERMES/ Broker[1][2]에서 예상치 못한 문제가 발생할 경우 문제를 해결할 수 있는 방법이 제시되지 않았다. 일반적으로 웹 서비스를 제공하는 서버에서 발생하는 결함은 해당 웹 서비스를 이용하여 개발되는 어플리케이션의 갑작스런 중단이나 오류의 원인이 된다. 따라서 결함을 해결할 수 있는 대책이 필요하며 HERMES의 Broker 서버 또한 웹 서비스의 결함이 발생하더라도 이를 효과적으로 해결하여 클라이언트에게 웹 서비스를 정상적으로 제공할 수 있는 결함허용 시스템 도입이 매우 중요하다. 때문에 HERMES 프레임워크가 클라이언트에게 신뢰성과 안정성이 보장된 웹 서비스의 제공을 위해서 Broker 서버에서 발생할 수 있는 결함을 효과적으로 극복할 수 있는 메커니즘이 필요하다. 본 논문에서는 Broker 서버에서 웹 서비스와 관련된 결함이 발생하더라도 올바르게 운영될 수 있으며 분산 이미지 검색 프레임워크인 HERMES의 구조적 특성에 적합한 결함허용 시스템 설계 기법을 제안하여 HERMES 프레임워크가 클라이언트에게 투명성 있는 서비스를 제공하고 높은 신뢰성과 안정성이 확보될 수 있도록 구성하고자 한다.

1. 서 론

다양한 이미지 제공자들의 자율성을 보장하면서, Semantic 기반의 이미지 검색을 지원하는 Ontology를 이용한 분산 시각 미디어 검색 프레임워크인 HERMES(The Retrieval Framework for Visual Media Service)가 연구되었다.[1][2].



[그림 1] HERMES Architecture

HERMES 아키텍처는 HERMES/B, HERMES/P, F.E.S Provider와 같은 세 개의 주요 컴포넌트들로 구성되어 있다. 주요 특징을 살펴보면 각 컴포넌트들 간의 풀렛폼 독립적인 웹 서비스를 이용하여 이기종간의 서비스를 가능하게 하였고, 메타데이터와 Ontology를 이용한 지능적인 Visual Media Data 검색을 지원한다. 아키텍처는 [그림 1]과 같다.[3]

그러나, 제안된 프레임워크는 클라이언트의 검색 Query를 처리하고 웹 서비스(Web Services)를 제공하는 HERMES/Broker(이하 Broker 서버)에서 발생할 수 있는 서버

중단, 요청 메시지 처리 실패, 지정된 시간 내의 응답 실패 등과 같은 고장 모델(Failure Models)이 발생할 경우 이를 효과적으로 해결할 수 있는 극복방법이 제시되지 않았다.

일반적으로 분산 환경에서는 웹서비스를 이용하여 개발된 어플리케이션의 경우 웹서비스의 결함은 결국 어플리케이션 운영의 중단이나 오류와 같은 치명적인 영향을 미칠 수도 있기 때문에 웹 서비스를 사용하는 HERMES의 Broker 서버 또한 이런 고장모델에 대한 효과적인 극복 메커니즘을 수립하여 결함이 발생하더라도 올바르게 동작할 수 있는 안정성과 신뢰성을 제공할 수 있어야 한다.

본 논문에서는 Broker 서버에서 발생하는 결함을 감시하고 극복할 수 있는 결함허용(Fault Tolerant) 메커니즘을 적용하여 클라이언트에게 중복투명성(Replication transparency)과 고장투명성(failure transparency)을 제공함으로써 높은 신뢰성과 안전성을 제공하는 HERMES의 구조적 특성에 적합한 결함허용 시스템을 제안한다.

2. 관련연구

2.1 배경

초고속통신망과 같은 통신망의 구축이 확산됨에 따라 분산 컴퓨팅(Distributed Computing)의 중요성 또한 부각되게 되었다. 이와 함께 분산 컴퓨팅 환경에서 원격 객체간의 원활한 통신을 위해 OMG의 CORBA, Microsoft의 DCOM 그리고 W3C의 SOAP을 포함하는 미들웨어(Middleware)가 등장하였다. 이후 분산 환경에서 운영되는 다양한 어플리케이션이 연구 개발되었으며 특히 SGML(standard generalized markup language)에 기반을 둔 XML 기술과 SOAP을 이용한 웹 서버

스(Web Services)는 모듈단위의 응용프로그램을 외부에서 이용 가능하도록 해줌으로써 분산 환경에서의 어플리케이션을 위해 개발자는 여러 개의 웹 서비스를 사용할 수 있게 되었다. 이때 만약 웹 서비스에 결함이 발생한다면 개발된 어플리케이션의 기능은 심각한 영향을 받게 된다. 따라서 웹 서비스에 결함이 발생하더라도 올바른 동작을 수행할 수 있는 결함허용 시스템의 개발 및 적용은 클라이언트에게 높은 신뢰성과 안전성을 제공할 수 있다.

따라서 웹기반의 분산 시각 미디어 검색 시스템인 HERMES/Broker 웹 서비스에서 발생할 수 있는 결함에 효과적으로 대처할 수 있는 결함허용 시스템의 설계 및 적용은 중요한 과제이다.

2.2 결함허용(Fault Tolerance)

결함허용[9]이란 시스템에 결함이 발생하더라도 올바른 기능을 수행할 수 있는 것을 의미하며 다음 4가지의 기본 개념을 포함한다.

2.2.1 Availability

시스템이 주어진 시간에 바로 작업을 수행할 수 있는 정도를 의미한다.

2.2.2 Reliability

시스템을 결함 없이 계속해서 사용할 수 있는 정도를 의미하며 클라이언트로 하여금 결함의 발생을 느끼지 못하도록 결함을 처리하는 것을 말한다.

2.2.3 Safety

시스템에 일시적인 결함이 발생하더라도 마비상태 없이 정상적으로 동작할 수 있는 정도를 의미한다.

2.2.4 Maintainability

시스템에 결함이 발생했을 때 쉽게 복구할 수 있는 정도를 의미한다.

2.3 결함허용 시스템 실행을 위한 기본기능

결함허용 시스템 실행에 필요한 기본기능[8]은 다음과 같다.

2.3.1 Error Detection

결함허용 시스템이 활동하는 시작점으로 오류(Error)의 유무를 판단하여 고장(Failure)인지 결함(Fault)인지를 추론한다.

2.3.2 Damage Confinement

오류 검출이후 추론과정 동안에 오류의 범위가 계속해서 확산될 수 있기 때문에 이를 방지하기 위해서 오류로 인한 오염의 범위나 부분을 정확하게 결정해 주는 것으로 오류복구의 범위를 결정하기 위해서 사용된다.

2.3.3 Error Recovery

오류를 제거하는 단계로서 Forward Recovery 방법과 Backward Recovery 방법이 있으며 Backward Recovery 방법을 주로 사용한다.

• Forward Recovery

오류로 인한 잘못된 동작을 교정하면서 시스템을 진행하는 방식으로 오류로 인해 발생한 피해에 대한 매우 세밀한 평가가 요구된다.

• Backward Recovery

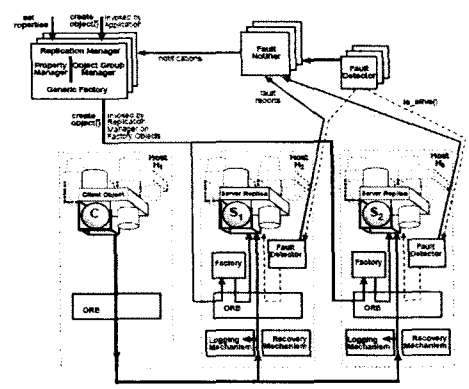
체크포인트 기법을 통해 주기적으로 상태를 저장하고 체크포인트 된 상태 중 오류가 발생하지 않은 가장 최근의 상태로 되돌아가는 방식이다.

2.3.4 Fault Treatment

시스템이 재시작 될 때 동적으로 시스템이 재구성되어서 결함을 발생시킨 컴포넌트는 시스템 운영(Operation)을 위한 조직 구성에서 제외되도록 하여 이후에 동일한 오류나 고장이 발생하지 않도록 하는 것을 말한다.

2.4 분산 환경에서의 결함허용 메커니즘[10]

결함허용 CORBA(Fault Tolerant CORBA)는 분산 환경에서의 결함허용 기법을 구현할 수 있도록 RM(Replication Manager)와 Fault Detector 그리고 Logging/Recovery Mechanism을 제공하고 있으며 구성과 동작은 [그림 2]와 같다.



[그림 2] Fault Tolerant CORBA

2.4.1 RM(Replication Manager)

분산 시스템의 중복투명성(Replication transparency)과 고장투명성(failure transparency)을 제공해주는 결함 허용 시스템의 컴포넌트로서 Client Object가 사용하고자 하는 Server Object group에 대한 reference를 제공한다.

2.4.2 Fault Detector

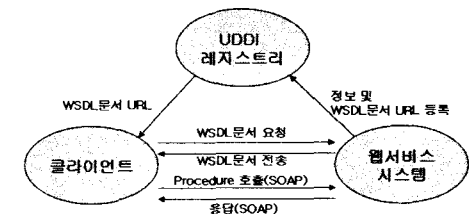
Local Fault Detector와 Global Fault Detector로 구성되며 Local Fault Detector는 Host에 위치하며 동일한 Host의 application object를 감시한다. Local Fault Detector는 Global Fault Detector에 의해서 감시되며 Fault 발생 시 그 사실을 Fault Notifier에게 전달한다.

2.4.3 Logging and Recovery Mechanism

Primary member에서 fault가 발생하면 fault 발생이 이전까지의 작업 기록과 Client Object의 request가 Backup member에게 전달되어 fault 발생 시점부터 재시작 되도록 해준다.

2.5 결함허용 시스템 설계

기존 시스템을 유지하고 HERMES에 적합한 결함허용 시스템을 개발하기 위해서는 웹 서비스(Web Services)를 이용해야 한다. 웹 서비스는 SOAP(Simple Object Access Protocol)과 WSDL(Web Services Description Language) 그리고 UDDI(Universal Description Discovery and Integration)와 같은 기술로 정의되어지고 동작구조를 살펴보면 [그림 3]과 같다.

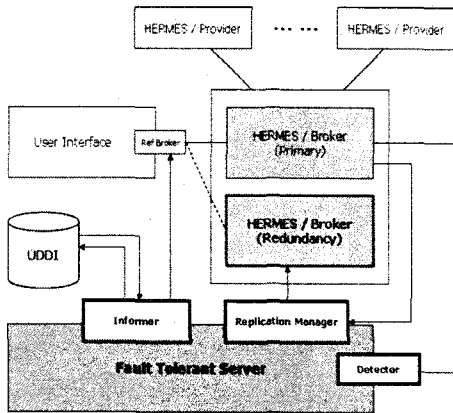


[그림 3] 웹서비스의 동작

HERMES에 적합한 결함허용 시스템은 UDDI 서비스를 적용하고 클라이언트에게 제공하는 Broker 서버 서비스를 통합하여 상호운용성(Interoperability)을 보장할 수 있도록 설계하였다. 또한 분산 환경에서 고장투명성(Failure Transparency)을 제공할 수 있도록 HERMES의 수행과정에 적합한 컴포넌트들을 개발하고 높은 신뢰성과 안전성을 보장할 수 있도록 여분(Redundancy)의 Broker 서버를 두어 클라이언트에게 서비스를 제공하고 있는 Primary Broker 서버에서 결함이 발생할 경우 Redundancy Broker 서버를 두어 작업을 대신 수행토록 하는 작업 전이(switchover) 기법을 활용하여 설계하였다.

3. Architecture

본 논문에서 제안한 결함허용 시스템의 아키텍처는 [그림 4]와 같다.



[그림 4] 결함허용 시스템의 Architecture

3.1 결함허용 시스템의 구성요소

결함허용 시스템은 다음과 같은 요소들로 구성된다.

3.1.1 User Interface

미디어 검색을 위해 Broker 서버에 의해 제공되는 Broker 서버 웹 서비스를 이용하는 클라이언트 어플리케이션이다.

3.1.2 UDDI

UDDI는 Broker 서비스를 등록하고 유지하며 등록된 서비스에 대한 검색을 제공한다. 결함이 발생하면 Primary Broker 서비스 등록정보가 Informer 컴포넌트에 의해 Redundancy Broker 서비스 등록정보로 수정(Update)되어 저장된다.

3.1.3 Detector

결함허용 시스템의 컴포넌트 중 하나로써 Broker 서버의 모니터링(Monitoring) 시스템이다. Broker 서버 컴포넌트의 작업에 대한 흐름을 실시간으로 감시하고 오류를 감지하여 복구 메커니즘을 실행한다.

3.1.4 Replication Manager

결함허용 시스템의 컴포넌트 중 하나로써 Primary Broker 서버에 저장된 이미지 정보 제공자인 Provider에 대한 목록과 User Interface에서 요청된 검색 Query와 클라이언트에 대한 정보를 저장하며 오류가 발생했을 경우 Redundancy Broker 서버가 작업을 계속 진행할 수 있도록 저장된 정보를 제공하는 역할을 수행한다.

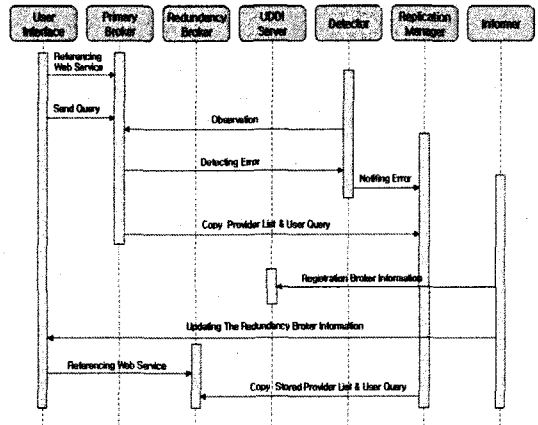
3.1.5 Informer

결함허용 시스템의 컴포넌트 중 하나로써 UDDI에 등록된 WSDL문서로 작성된 Primary Broker 서버에 대한 정보를

Redundancy Broker 서버에 대한 정보로 수정하고 수정된 서비스 정보를 User Interface에게 전달한다.

3.2 결함허용 시스템 Activities

결함허용 시스템의 운영 과정은 [그림 5]와 같다.



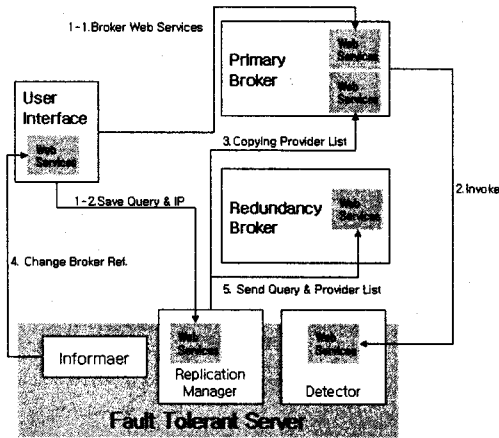
[그림 5] 결함허용 시스템 Activities

- User Interface 어플리케이션은 Primary Broker 서버의 웹 서비스를 참조하여 HERMES의 시각미디어 검색 서비스를 이용한다.
- Detector 컴포넌트는 Broker 서버에서 오류나 서버중단과 같은 결함발생을 감시하며 결함이 발생하면 Replication Manager 컴포넌트를 호출한다.
- Replication Manager 컴포넌트는 User Interface에서 Primary Broker 서버로 전달되는 검색 Query와 클라이언트에 대한 정보를 요청된 검색 서비스가 완료될 때까지 보관한다. 결함이 발생하여 Detector에 의해 호출되면 Primary Broker 서버가 구성한 Provider에 대한 목록(List)을 복사하여 Primary Broker 서버 대신 작업을 수행하게 될 Redundancy Broker 서버를 위해 보관하게 되며 Informer 컴포넌트를 호출한다.
- Informer 컴포넌트는 UDDI로의 접근을 담당하는 컴포넌트로서 UDDI에 저장되어 있는 Primary Broker 서버 웹 서비스에 대한 등록정보를 Redundancy Broker 서버 웹 서비스 정보로 수정하여 등록하고 User Interface가 참조하고 있는 Primary Broker 서버 웹 서비스를 Redundancy Broker 서버 웹 서비스로 새롭게 참조할 수 있도록 User Interface의 Reference Broker 모듈에게 정보를 전달한 후 Replication Manager를 호출한다.
- User Interface가 Informer 컴포넌트에 의해 Primary Broker 서버 웹 서비스에 대한 참조로 변경됨을 확인하면 Replication Manager는 저장하고 있는 검색 Query와 Provider 목록을 Redundancy Broker 서버에 전달하고 User Interface로 하여금 이미지 검색을 재시작 하도록 한다.

HERMES를 위한 결함허용 시스템은 Redundancy Broker 서버와 Informer 컴포넌트에 의해서 중복투명성(Replication Transparency)이 제공되며 Replication Manager 컴포넌트를 통해 고장투명성(Failure Transparency)이 제공됨으로써 안정성과 신뢰성이 보장된 서비스를 제공할 수 있게 된다.

4.2.1 결함허용 시스템에서의 Web Services 이용

결함허용 시스템은 HERMES 프레임워크에 독립적이고 User Interface와 상호운용성을 확보하기 위해 웹 서비스를 이용하여 독립된 서버로 설계하였다. 결함허용 시스템의 웹 서비스 동작은 [그림 10]과 같다.



[그림 10] 결함허용 시스템 웹서비스 동작

- **Detector**
Broker 서버에서 발생한 오류를 Detector가 알 수 있도록 Broker 서버는 Detector의 웹서비스를 참조한다.
- **Replication Manager**
User Interface에서 Broker 서버로 전송되는 검색 Query는 Broker 서버로 전달됨과 동시에 요청된 서비스가 완료되는 시점까지 Replication Manager에서도 보관하게 된다. 이를 위해서 User Interface는 Replication Manager 웹 서비스를 참조하여야 하며 오류 발생시 Replication Manager는 Primary Broker 서버에서 생성한 Provider 목록을 가져오기 위해서 Broker 서버 웹서비스를 참조한다.
- **User Interface**
Informer는 User Interface 웹 서비스를 참조하여 User Interface가 참조하고 있는 Primary Broker 서버 웹 서비스를 Redundancy Broker 웹 서비스 참조로 변경한다.

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 분산 시각미디어 검색 프레임워크인 HERMES의 구성요소 중 Broker 서버에서 중단이나 오류와 같은 결함이 발생할 경우 이를 극복할 수 있는 결함허용 시스템을 제안하고 있다.

제안된 시스템 설계의 특징은 기존의 HERMES 프레임워크의 아키텍처를 변경하지 않고 결함허용 시스템을 적용할 수 있도록 하였으며 클라이언트에게 투명성을 제공함으로써 HERMES 프레임워크의 신뢰성과 안전성을 높이고자 하였다.

현재 HERMES 아키텍처는 하나의 Broker 서버만을 운영하여 시각미디어 검색 서비스를 제공하도록 구성되어 있으나 앞으로 복수의 Broker 서버를 이용하여 시각미디어 검색 서비스를 제공할 수 있도록 HERMES 아키텍처를 구성할 계획이다. 따라서 결함허용 시스템 또한 복수의 Broker 서버를 감시하고 결함을 극복할 수 있는 메커니즘을 갖도록 구성하는 연구와 결함 극복 처리시간을 효과적으로 단축할 수 있는 연구가 필요할 것이다.

6. 참고문헌

[1]양명미, 정병훈, 손영수, 김정선, "Ontology를 이용한 Web Services 기반 분산 이미지 검색 프레임워크 Architecture", 한국컴퓨터종합학술대회 2005논문집 Vol.32, No.1(B)
 [2]나연욱, 이복주, 김정선, "Visual Media Retrieval Framework Using Web Services", Lecture Notes in Computer Science 3597권 pages 104-113, Jul, 2005
 [3]황길승, "미들웨어 중립적인 컴포넌트 성능측정도구 설계", 한국항공대학교 컴퓨터공학과, 2003년도 한국정보과학회 봄 학술발표논문집 Vol.30, No.1
 [4]Deron Liang, Chen-Liang Fang, Chyuhwa Chen, Fengyi Lin, "Fault tolerant web service", Proceedings of the Tenth Asia-Pacific Software Engineering Conference 2003(APSEC'03)
 [5]신덕호, 이종우, 이재호, 이기서, "결함허용 시스템의 하드웨어 여분구조에 대한 연구", 한국철도학회 춘계학술대회논문집, 2003년
 [6]L.E. Moser, P.M. Melliar-Smith, P. Narasimhan, "A Fault Tolerance Framework for CORBA", FTCS 1999, EDIT 29 pages 150-157
 [7]UDDI v3, "http://uddi.org/pubs/uddi-v3.htm"
 [8]Pankaj Jalote, Fault Tolerance in Distributed System, Prentice Hall, 1994, ISBN 0-13-301367-7
 [9]Andrew S.Tanenbaum, Maarten van Steen, Distributed Systems Principles and Paradigms, Prentice Hall, 2002, ISBN 0-13-088893-1
 [10]OMG, Common Object Request Broker Architecture(CORBA): Core Specification, v3.0.3, OMG Technical Committee Document formal/2004-03-12, 2004