한국컴퓨터정보학회 동계학술대회 논문집 제23권 제1호 (2015. 1)

상황 정보를 활용한 시맨틱 센서 웹 기반 지능형 매쉬업 기술 연구

정동영°, 이병준*, 윤희용*
°*성균관대학교 정보통신대학
e-mail:{jungdy, byungjun, youn7147}@skku.edu*°

Research on Intelligent Mashup based on Semantic Sensor Web Utilizing Context Information

Dong Young Jung°, Byung Jun Lee*, Hee Yong Youn*
°*School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

● 요 약 ●

본 논문에서는 고성능 컴퓨팅 시스템의 성능 향상을 위한 효율적인 동적 작업부하 균등화 정책을 제안한다. 이 정책은 시스템 자원인 CPU와 메모리를 효율적으로 사용하여 고성능 컴퓨팅 시스템의 처리량을 최대화하고, 각 작업의 수행시간을 최소화한다. 또한 이 정책은 수행중인 작업의 메모리 요구량과 각 노드의 부하 상태를 파악하여 작업을 동적으로 할당한다. 이때 작업을 할당 받은 노드가 과부하 상태가 되면 다른 노드로 작업을 이주시켜 각 노드의 작업부하를 균등하게 유지함으로써 작업의 대기시간을 줄이고, 각 작업의 수행시간을 단축한다. 본 논문에서는 시뮬레이션을 통하여 제안하는 동적 작업부하 균등화 정책이 기존의 메모리 기반의 작업부하 균등화 정책에 비해 고성능 컴퓨팅 시스템의 성능 향상 면에서 우수함을 보인다.

키워드: 시맨틱 센서 웹(semantic sensor web), 매쉬업(mashup), 센서 네트워크(sensor network)

I. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅 기술이 활발하게 연구됨에 따라 관련 기술에 대한 연구도 끊임없이 계속되고 있다. 곳곳에 퍼져있는 센서를 웹에서 하나로 묶고, 해당 센서에 대해 언제 어디서나 접근이 가능한 센서 웹(Sensor Web) 기술에 대한 연구도 꾸준히 진행되고 있다[1].

시맨틱 웹 매쉬업은 온톨로지 기반의 시맨틱 웹 기술을 이용하여 컨텐츠의 메타 데이터를 분석하고 의미적 연관성을 기술함으로써 이질적(XML, HTML, JSON, RDF, TEXT)이면서도 다양한 서비스들 간의 매쉬업이 가능하여 보다 사용자의 필요를 충족시킬 수 있는 기술이다[2]. 현재 웹에서 제공되는 매쉬업은 포털 사이트나 웹서비스 업체에서 제공하는 오픈 API와 같은 한정된 자원을 사용하기 때문에 효율성이 낮다.

본 논문에서는 '상황 정보를 활용한 시맨틱 센서 웹 기반의 지능형 웹 매쉬업'을 지향한다. 기존의 웹서비스와 달리 상황인식 멀티 에이전트 미들웨어 구조를 기반으로 최적화된 센싱 데이터를 수집하며 계층별 분산추론을 통하여 웹 매쉬업에 가장 적합한 고급 상황정보 데이터를 제공하기 위한 방안을 연구하였다. 고급 상황정보를 기반으로 시맨틱 웹을 구성함으로써 데이터를 효과적으로 웹에서 제공할 수 있는 최적화 된 데이터 웹(Data Web)을 구현한다. 또한 서비스 디스커버리 엔진을 활용하여 기존의 웹서비스들을 상황과 응용에 맞게 분류함으로써 사용자 맞춤형 서비스를 제공할 수 있는 최적화된 방안을 연구하였다.

II. 관련 연구

기존의 웹에서 제공되고 있는 정보 및 서비스를 추론 기법을 통해 융합하여 새로운 정보 및 서비스를 생산하는 지능형 웹 매쉬업 연구는 현재 국내외에서 다음과 같은 방향으로 진행되고 있다.

국내 포털사이트인 네이버에서는 네이버 API를 서비스하며 네이버에서 제공하는 데이터베이스나 서비스등을 사용자의 취향에 따라 사용할 수 있게 하는 네이버 오픈 API 서비스를 시행중이다[3].

OGC web service, phase-4(OWS-4)에서는 센서 웹을 SWE 라는 이름의 개방형 플랫폼으로 표준화가 계속 진행 중이며, 이는 웹을 기반으로 모든 센서를 발견(discovery)하고, 센서를 통해 정보를 획득 및 교환(acquisition & exchange), 정보처리(processing), 임무부여(tasking) 등을 수행할 수 있도록 한다. 세부적인 표준화 사양을 살펴보면 SensorML, O&M, Schema, TranducerML, SOS, SAS, SPS, WNS, Registry 등으로 구성되며 이를 각각 구현함으로써 센서 웹을 실현할 수 있도록 진행 중이다. Semantic Sensor Network Incubator Group(SSN-XG)은 W3C의 Incubator Activity로 2009년 부터 1년간 한시적으로 연구가 수행되었으며 호주의 CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization), 미국의 Wright

State University, OGC가 멤버로 활동 중이다. 이 SSN-XG에서는 OGC의 SWE와 센서/센서네트워크 온톨로지와의 연계기술을 개발을 목표로 관련 연구를 수행 중이다. Microsoft Research에서는 MS의 Virtual Earth와 센서 정보를 매쉬업하는 SensorMap 플랫폼을 개발 중이고, 주요 대학 및 연구소와의 SensorMap을 활용하여 다양한 프로젝트를 수행중이다. SenseWeb은 SWE에서처럼 개념적인 아키텍처가 아니라 실제 활용 가능한 플랫폼을 구축하여 여러 분야에서 테스트 프로젝트를 수행 중이다. 미국 산타모니카시에서는 구글맵과 주차장 운영현황을 매쉬업하여 제공하고 있으며, 미국 시카고, 뉴욕, 샌프란시스코, 오클랜드 등 주에서 범죄정보 등 공공정보를 구글맵과 매쉬업하여 제공한다[4].

기존의 연구들은 디바이스로부터 수집된 가공되지 않은 데이터를 활용한 매쉬업 서비스를 제공한다. 일반적으로 연구되고 있는 매쉬업 기술의 문제점은 기반이 되는 서비스 혹은 자원에 종속적이며, 소스코드 수준이 아닌 API 차원에서 합성이 이루어져 응용의 한계를 가지고 있다. 시맨틱 웹에서 주로 사용되는 기존의 온톨로지 엔진은 단순한 관계정의와 복잡성으로 인하여 매쉬업 프레임워크에는 부적합하다.

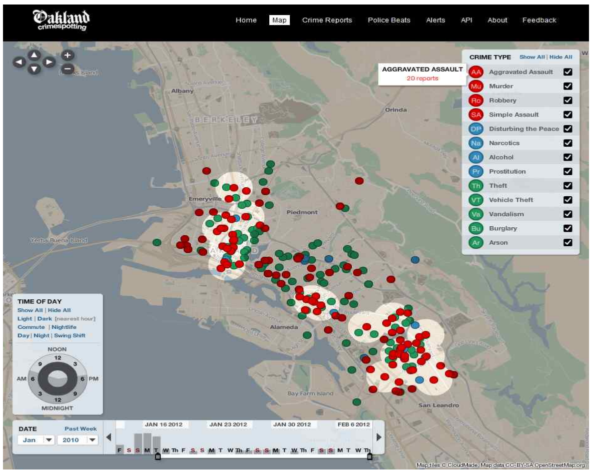

그림 1. 오클랜드 주 범죄정보 매쉬업 사례
Fig. 1. Instance of Crimespotting with Mashup in Oakland

Ⅲ. 본 론

시맨틱 센서 웹을 기반으로 하는 지능형 웹 매쉬업 기술 연구는 '시맨틱 센서 웹을 기반으로 하는 지능형 웹 매쉬업'을 지향하여 상황인지 기반 서비스가 지원되지 않는 기존의 웹서비스의 단점을 보완하기 위한 것 이다. 기존의 방식은 사용자가 원하는 서비스를 제공해주는 제공자에게 접속해서 각각의 오픈 API에 맞는 메소드를 찾고 그 메소드에 해당하는 매개 변수 값을 입력하거나 링크드 데이터 제공자에 접속해서 사용자가 직접 SPARQL 질의를 만들어 매쉬업을 해야 했었다. 이러한 특징으로 응용에 한계를 가진다는 단점이 있다. 또, SNS, 무선, 센서 등 각종 네트워크에 대한 상황정보는 그 양이 방대하고 급격하게 변동하므로, 이를 효과적으로 수집, 분석, 추론하기 위해서는 단일 모듈보다 여러 개의 모듈이 협업하여 처리할 수 있는 멀티 에이전트 구조를 사용하는 것이 더 효율적이다. 이 때, 다양한 센서로부터 수집된 상황정보들을 사용자들에게 가공된 정보로 서비스 해주기 위해서는 상황에 대한 정확한 추론이 필수적이며, 퍼베이시브 컴퓨팅 환경에서 수많은 상황정보들을 추론하기 위하여 효과적인 추론 방법이 요구된다. 기존의 추론 방법은 수집된 상황정보를 에이전트 플랫폼 상에서 중앙 집중적으로 추론하였다. 그러나, 이러한 방법은 상황정보를 취급하는 에이전트가 다수일 때 상황정보를 받은 여러 에이전트가 하나의 추론엔진으로 정보를 업데이트 하는데 많은 자원이 요구되며, 변화하는 환경에서 유연하게 적응하기에는 효율성이 상당히 떨어진다[5].

상황인지 기반 서비스를 지원하지 않던 기존 서비스를 개선하기 위해 미들웨어를 통하여 최적화된 센싱 데이터를 시맨틱 기술을 활용하여 시맨틱 웹을 구성함으로써 센싱된 데이터를 효과적으로 활용하여 웹에서 제공하는 최적화된 데이터 웹(Data Web)을 구성한다. 또한, 기존의 웹서비스들을 서비스 디스커버리 엔진을 활용하여 상황과 응용 분야에 따라 분류하고 이를 바탕으로 사용자가 원하는 서비스를 제공할 수 있는 최적화된 방안을 연구하였다.

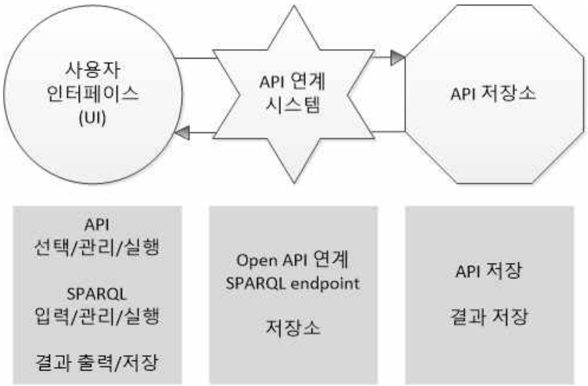

그림 2. API 연계 시스템의 구성
Fig. 2. Composition of API Connection System

사용자가 직접 접속해서 메소드를 찾아 매개 변수 값을 입력하거나 SPARQL 질의를 만들어서 매쉬업을 해야 하는 문제점을 해결하기 위해서 그림 2와 같이 구현한 연계 시스템에서는 이와 같은 모든 오픈 API 설명과 서비스 매개 변수 등의 메타 정보와 SPARQL 질의를 위한 템플릿 정보를 저장하여 사용자는 오직 이 연계 시스템에만 접근해서 매쉬업 할 서비스를 제공 받을 수 있다. 외부 매쉬업 서비스에 대한 메타 정보는 XML 형태로 저장된다. 또한, 그림 2에서 설명하는 저장소는 MySQL로 구현되었으며 사용자들이 등록한 오픈 API 및 링크드 데이터에 대한 정보를 저장한다. 저장소는 크게 2가지로 구분된다. 하나는 해당 링크드 데이터 및 오픈 API의 이름, 제공업체, 카테고리 정보이며 나머지는 링크드 데이터 및 오픈 API에 대한 매개 변수 상세 정보(매쉬업을 위한 입력 파라미터, 출력 파라미터)이다. 그림 2는 이와 같은 저장소 구조로써 각 테이블, 테이블에 대한 속성, 테이블간의 관계를 보여준다. 오픈 API 서비스 테이블을 중심으로 이에 대한 메타 정보와 연결되어 있으며, 링크드 데이터에 대한 SPARQL Endpoint 테이블을 중심으로 질의 입력 정보와 출력 정보 테이블로 연결이 되어 있다. 이와 같은 외부서비스의 입·출력 포맷은 매쉬업에서 중요한 역할을 수행한다. 예를 들어, 구글 검색에서 사용한

검색 값이 유투브와 같은 다른 서비스의 입력 값으로 사용될 수 있기 때문이다. 상기 연계 시스템에서 사용자는 계정 정보를 이용하여 서비스에 로그인하여 매쉬업 가능한 외부 연계 서비스들을 실행해 볼 수 있다.

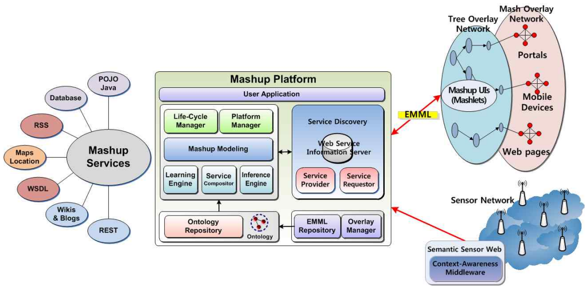

그림 3. 시맨틱 센서 웹을 기반으로 하는 지능형 웹 매쉬업 구조도
Fig. 3. Structure of Inteligent Web Mashup based on Semantic Sensor Web

사용자들은 입력한 매개 변수의 결과를 확인하고 원하는 데이터를 얻을 수 있다. 사용자가 입력한 외부 서비스들의 메타 정보는 XML로 표현된다. 사용자는 추후 다른 매쉬업을 사용할 때, 새로운 코드 생성 없이 그대로 이와 같은 메타 정보를 이용할 수 있다.

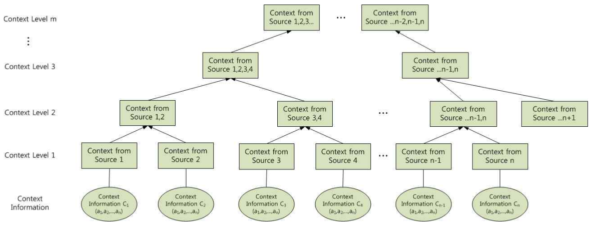

그림 4. 상황정보가 업데이트 될 때의 병합과정
Fig. 4. Merging Process When Situation Information is Updated

본 논문에서는 그림 4와 같이 사전에 묶여진 상황정보에 대하여 계층별로 분산 추론을 진행하면서 상위 레벨의 상황정보로 병합해 나가고 최종적으로는 웹 매쉬업에 사용될 가공된 정보를 제공하는 멀티 에이전트 활용 방안을 연구하였다. 효율적인 웹서비스 디스커버리를 위해서는 디스커버리 엔진의 개발뿐 아니라 엔진을 효과적으로 사용할 수 있는 웹서비스 아키텍처의 연구 필요성이 있다. 따라서, 서비스 디스커버리의 최적화를 위해 개발된 브로커 기반의 웹서비스 아키텍처를 활용하기 위한 방안을 모색하였다. 브로커 아키텍처에서 웹서비스 요청자와 제공자는 서비스 명령을 알리거나 요청하기 위해 기능적인 의미전달 규칙을 사용한다. 기존의 브로커 기반 웹서비스 아키텍처에 '빠른 검색'과 '등록' 이라는 새로운 명령을 추가하는데, 브로커는 웹서비스 정보를 저장하고 있는 '웹서비스 레지스트리'와 제공자/요청자 사이에 있으며, 아키텍처 면으로 볼 때 브로커는 웹으로 구현될 수 있는 미들웨어라고 할 수 있다. 빠른 검색 명령은 브로커와 요청자 사이에 있으며, 웹서비스 정보를 담고 있는 바이너리 트리인 SOT(Service Operation Tree)로부터 웹서비스를 효과적으로 검색한다. 등록 명령은 제공자와 브로커 사이에 있으며, 웹서비스 제공을 바탕으로 기능적인 의미를 정의한다. 브로커는 'Service Publisher', 'Service Discovery Engine', 'Functional Knowledge'와 'Service Knowledge' 네 가지 내부 컴포넌트를 가진다. Service Publisher 컴포넌트는 업무와 웹서비스에 관련된 정보의 등록, 업데이트, 삭제를 가능하게 한다. Service Discovery Engine의 주된 기능은 요청자의 실용적인 요구를 만족시키는 웹서비스를 찾는 것이다. Functional Knowledge는 다양한 웹서비스 제공자들에 의해서 업데이트 된 확장 가능한 지식데이터를 나타낼 수 있도록 연결된 데이터 구조인데, 이는 효과적인 웹서비스 제공과 발견을 가능하게 한다. Service Knowledge는 제공된 웹서비스들의 SOT 와 WSL(Web Service List)을 나타내는데, 시간과 효율 면에서 효과적인 검색을 가능하게 하기 위한 모든 제공된 웹서비스들의 요약 정보를 담고 있다.

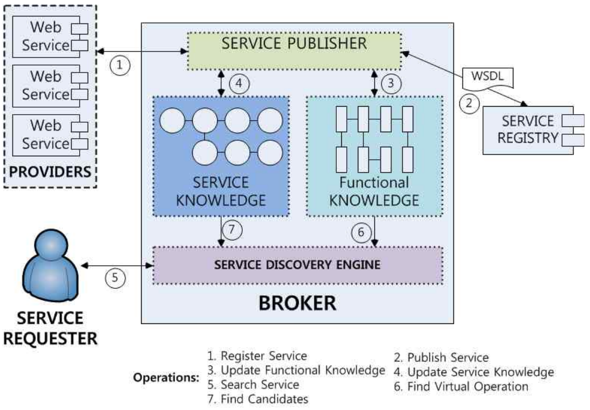

그림 5. 브로커 기반의 웹서비스 아키텍처
Fig. 5. Architecture of Web Service based on Broker

Ⅳ. 결 론

본 논문에서 제안한 방법을 통하여 시맨틱 센서 웹 네트워크에서의 상황정보 수집 및 관리, 분산 추론 엔진, 서비스 디스커버리와 같은 핵심 기술을 다양한 매쉬업 서비스에 응용 및 활용할 수 있으며, 해당 분야에서의 국제표준화와 차세대기술을 선도함으로써 국제적인 경쟁력을 제고할 수 있다. 또한, 주요 연구 인력을 양성하고 여러 관련 분야의 연구에 연계 시킬 수 있다. 시맨틱 센서 웹 매쉬업을 실용적인 응용에 활용함으로써 유비쿼터스 기반의 개인화된 서비스를 제공할 수 있으며, 다양한 소스로 부터 효율적인 서비스 통합을 가능하게 하여 새로운 융합 서비스와 그에 관한 비즈니스를 창출할 수 있다.

앞으로의 연구방향은 복합 센싱 데이터의 불확실성(Resolution, Confidence, Freshness(Validation), 실시간, Uncertainty)을 고려하여 부분 검증 수용이 가능한 모델링 기법 개발을 위한 추가 연구, 서버의 진단에 의한 가장 적절한 노드의 안전성 기준 정립에 대한 알고리즘 연구가 필요하며 지능형 웹 매쉬업 기술의 고도화를 위한 추가 연구를 수행해야 하고 고장 감내 및 신뢰성을 고려하는 매쉬업 방안 연구가 필요할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 BK21+사업, 한국연구재단 기초연구사업 (2012R1A1A2040257), (2013R1A1A2060398), 삼성전자(S-2014-0700-000), 미래창조과학부 및 정보통신기술연구진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업 (1391105003)의 일환으로 수행하였음.

참고문헌

[1] Seongwoo Lee, Beomsun Lee, “A Study of Semantic Annotation for Effective Data Handling in Semantic Sensor Web”, The Korean institute of Communications and Information Sciences 308-309 2010, 2010.2

[2] M. P. Carlson, Q. Z. Sheng. Hye-Young Paik, “Semantic-based mashup of composite application”, IEEE Transaction on Service Computing, Vol. 3, No. 1, 2010

[3] Kim, Mi-Yun, et al., “A Semantic Web-based Urban Space Information Services Model Integrating Mash-up Functions”, Journal of the Architectural Institute of Korea Vol. 25 No. 9, 2009

[4] M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith, A. D. Joseph, R. Katz, A. Konwinski, G. Lee, D. Patterson, A. Rabkin, I. Stoica, M. Zaharia, "A View of Cloud Computing", Communication of the ACM, Vol. 53 No. 4. pp. 50-58, 2010

[5] Chun Kyung Lee, Thi Hien Pham, Hee Seong Kim and Hee Yong Youn, “Similarity based Distributed Context Reasoning with Layer Context Modeling,” IEEE International Conference on Annual Computer Software and Applications Conference, pp.320-325, 2011.