

온톨로지 추론을 통한 메타데이터 기반 개인 미디어 검색

서은석[○] 박영택
 송실대학교 컴퓨터학과

erin214@ailab.ssu.ac.kr, park@computing.ssu.ac.kr

Metadata Base Personal Media Retrieval Using Ontology Reasoning

Eunseok Seo[○] Youngtack Park
 Dept.of Computing, Soongsil University

요 약

인터넷의 활용이 매우 활발해진 현재 각 개인 컴퓨터에 저장된 다양한 데이터의 공유 및 미니홈피, 블로그 등을 통한 웹 게시가 급증하고 있다. 그러나 그러한 개인 데이터 사용을 위해 컴퓨터에 저장되어 있는 수많은 데이터 중 원하는 데이터를 검색하는 것은 매우 어렵다. 왜냐하면, 파일명, 작성일자 등 매우 제한된 정보를 사용하여 검색을 하기 때문에, 사용자 질의에 합당한 결과를 제시하지 못하는 문제점이 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 첫째로, 온톨로지를 정의한다. 둘째로, 온톨로지 기반의 메타데이터를 정의한다. 셋째로, 데이터 간 의미적 연관성을 고려한 추론 기술을 적용한다. 즉, 각 데이터 간 의미를 고려한 검색을 개인 데스크톱 검색에 적용한다. 본 논문은 개인 미디어 검색을 위한 메타데이터 정의 및 추론 기술의 적용에 대하여 기술한다.

1. 서 론

개인 미디어 데이터는 사진, 오디오 클립, 비디오 클립 등 개인이 생성, 수집한 데이터를 디지털화하여 저장한 데이터이다. 현재 이러한 개인 미디어 데이터는 개인적 사용 뿐 아니라 웹사이트, 블로그, 미니홈피 등을 통해 상호 공유함으로써 그 활용이 폭발적으로 증가하고 있다. 이에 따른 개인 미디어 데이터에 대한 검색 및 관리의 필요성이 대두되고 있으며, 이를 위해서 개인 미디어 데이터 검색에 대한 연구가 반드시 필요하다. 하지만, 현재 활용되고 있는 개인 데스크톱 유틸리티 프로그램 등의 기술 수준으로는 이들의 상호 연관성 및 규칙을 발견하기 어렵다. 또한 저장된 정보의 의미를 기반으로 검색을 수행하지 못하고 있다. 따라서 의미 수준에서 저장된 데이터를 분석하고 정보에 포함된 의미를 기반으로 저장 및 검색하는 연구가 절실히 필요하다.

개인 미디어 데이터의 편리한 검색을 위해서는 사람의 일을 대신 해줄 수 있는 소프트웨어 에이전트에 인공지능 기법을 도입하여 학습과 추론 및 의사결정을 할 수 있는 지능형 에이전트가 필요하다. 개인 미디어 데이터 검색을 위해서 기존 소프트웨어 에이전트에 시맨틱 웹(Semantic Web) 기술[1]을 접목하여 지능형 에이전트를 구성할 수 있다. 시맨틱 웹은 지능형 에이전트가 웹에 있는 정보의 의미를 이해하기 위한 새로운 서술 계층을 제공한다. 그 계층을 메타 계층(Meta Layer)이라 정의하고 기존의 웹 계층 위에 구성되며 웹 계층에 있는 자료들의 의미를 서술한다. 또한 지능형 에이전트가 메타 계층에 있는 정보를 이해할 수 있도록 설계할 수 있다. 따라서 지능형 에이전트가 이해할 수 있는 언어를 이용하여 자료의 내용을 메타데이터로 표현하면 된다. 메타데이터는 데이터의 부연 설명 데이터로 어떠한 자료에 대한 의미를 표현하게 된다. 그리고 사람이 생각한

의미 개념(Semantic Concept)을 지능형 에이전트가 이해할 수 있도록 공통 어휘로 표현한 것을 온톨로지(Ontology)라고 한다. 온톨로지는 메타데이터를 표현하기 위한 해당 분야의 개념이며, 공유가 가능하다. 사용하는 온톨로지 언어[2]는 OWL(Web Ontology Language)로 RDF(Resource Description Framework)[3][4]를 기반 언어로 W3C 표준으로 채택되었다. 이러한 기술을 기반으로 개인 미디어 데이터에 대해 에이전트가 이해할 수 있도록 구성함으로써 대량의 개인 미디어 데이터를 검색 및 관리할 수 있게 된다. 즉, 본 논문에서는 개인 미디어 데이터에 대해 에이전트가 이해할 수 있는 메타데이터 형태로 온톨로지를 구성하고, 구성된 온톨로지 기반의 추론을 이용하여 검색 상황에 적합한 내용을 분류 및 검색해 주는 연구를 수행한다.

본 논문에서는 시맨틱 웹 기술을 기반의 온톨로지를 이용한 개인 미디어 데이터에 대해 메타데이터 생성[5]에 대해 소개한다. 그리고 사용자 검색 질의에 보다 적합한 결과를 반환하기 위한 온톨로지 기반 질의의 의미 확장 및 추론 검색 방법을 제안한다.

2. 관련 연구

2.1 구글 데스크톱

구글 데스크톱은 열람한 이메일, 파일, 음악, 사진, 채팅 및 웹페이지의 전체 텍스트를 검색하는 기능 등의 다양한 기능을 제공 데스크톱 검색 응용 프로그램이다. 컴퓨터 내의 원하는 정보를 쉽게 검색하기 위해 개발된 응용으로 이를 사용하여 구글 사이트[6]를 통해 웹 검색을 하듯이 컴퓨터를 검색할 수 있다. 또한 단순히 컴퓨터를 검색하는 것뿐 아니라 새로운 이메일, 날씨 및 주식정보, 사진, 맞춤형 뉴스, RSS/Atom 피드 등의 새로운 정보를

웹을 통해 수집하는 기능도 지원한다. 구글 데스크톱 검색의 기본 기능은 아래와 같다.

- 웹 히스토리 검색 : 과거 방문한 웹페이지 검색
- 문서 검색 : 파일명 및 문서 내용까지 검색
- 이메일: 아웃룩 및 아웃룩 익스프레스의 메일까지 검색
- 아웃룩의 일정, 작업, 메모 등 검색
- 이미지/동영상/음악 검색
- 비밀번호 보호된 MS Office 문서, 보안 웹페이지(HTTPS) 검색

구글 데스크톱은 파일 인덱싱을 통하여 데스크톱 검색을 수행한다. 즉, 데이터간의 연관 관계가 아닌 키워드 매칭을 통한 검색을 수행한다. 구글 데스크톱은 파일의 내용까지 인덱싱을 하기 때문에 윈도우즈의 “검색” 메뉴를 사용하여 검색하는 단순 파일명 매칭에 비해서 좋은 결과를 제시한다. 그러나 키워드 매칭이라는 한계를 아직 벗어나지 못했다.

2.2 My Life Bits

My Life Bits[7]는 마이크로소프트에서 진행하고 있는 프로젝트로 선임연구원인 고든 벨이 “My Life Bits”라 명명하고 프로젝트를 시작했다. My Life Bits는 사진, 연구자료 및 노트의 스캔 이미지, 회의 자료, 전화 내역, 이 메일 등의 개인 미디어 데이터를 저장한다. 이는 사람의 기억의 한계를 극복하고 추후 수많은 개인 미디어 데이터에서 자신이 원하는 적합한 미디어를 찾는 것을 주된 목표로 한다. My Life Bits 프로젝트에서는 개인당 매달 약 1기가바이트의 정보를 PC에 검색 가능한 데이터베이스 형태로 저장한다. 현재는 이러한 저장 작업이 수작업으로 진행되는데 추후 일상에서 발생하는 소리와 영상, 대화목록, 만난 사람들, 읽었던 기사들을 자동적으로 저장하는 것이 가능할 것으로 예측하고 있다. 그러나 이렇게 저장된 데이터베이스에서 원하는 미디어 데이터를 효과적으로 검색할 수 있는 방법의 연구가 필요하다.

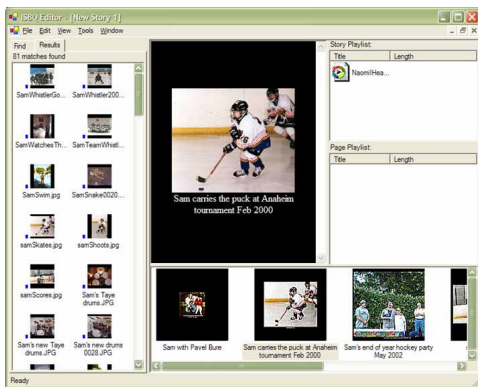


그림 1 My Life Bits

현재의 My Life Bits에서는 저장된 데이터의 검색을 위하여 서로 다른 다양한 개인 미디어 데이터를 연결하기 위하여 20개 이상의 데이터 유형을 함께 사용한다. 컬럼비아 대학과의 공동 연구로 진행되고 있는 통계 분석 프로그램을 통하여 시간과 장소에 따라 수 시간에 기

록된 내용을 자동적으로 분류해 주는 검색 기능을 통하여 30초 이내에 찾고자 하는 데이터를 반환 받을 수 있다. 예를 들어 회의 노트에 대한 검색을 수행하면 그 회의에 참석한 사람의 모습과 행동 정보가 반환된다. 하지만 이것은 사용자 질의에 따른 음성이나 개인 미디어에 저장된 메타데이터와의 직접적 매칭을 기반으로 한 검색이기 때문에 사용자로부터 질의에 의존적인 결과만을 반환하게 된다. [그림 1]은 My Life Bits 중 Interactive Story By Query slide show interface 기능이다.

3. 시스템 구조

다음 [그림 2]는 의미 기반 개인 미디어 데이터 검색 시스템의 구조를 나타내고 있다. 먼저 본 논문에서 제시하는 시스템은 OWL[3][4] 온톨로지 데이터를 저장하고 처리하는 기능을 제공하는 KAON2[8]를 하부구조(Infrastructure)로 구성한다. KAON2는 OWL-DL, SWRL[9]과 F-Logic을 관리하기 위한 하부구조로써 KAON2 API를 통하여 OWL-DL 온톨로지를 컨트롤 할 수 있으며, 현재 OWL XML 표현 구문과 OWL RDF 구문을 읽고 처리할 수 있다. KAON2는 추론을 위하여 OWL-DL 표현의 서브셋인 SHIQ(D) 표현력을 지원한다. 또한 SWRL(Semantic Web Rule Language)의 서브셋인 이른바 DL-safe를 지원한다. DL 서브셋에서의 제약사항은 추론에서의 Decidable을 지원하기 위하여 적용되어진다. 그리고 확장성과 유연성을 갖고 있어 Memory-based에서부터 RDBMS까지 다양한 하부 저장 구조를 사용할 수 있다. 개인 미디어 데이터를 위한 온톨로지는 Metadata를 기반으로 OWL 표준을 준수하는 범위로 구축하고 KAON2 API를 통하여 관리한다. 개인 미디어 데이터를 위한 온톨로지의 크기는 초기에는 작은 용량이나 시간의 흐름에 따라 지속적으로 증가하게 된다. 따라서 대용량의 OWL 데이터를 처리하기 위하여 대용량 ABox 추론에 적합한 KAON2를 사용하여 대용량의 개인 미디어 데이터를 효과적으로 저장 및 검색할 수 있게 된다.

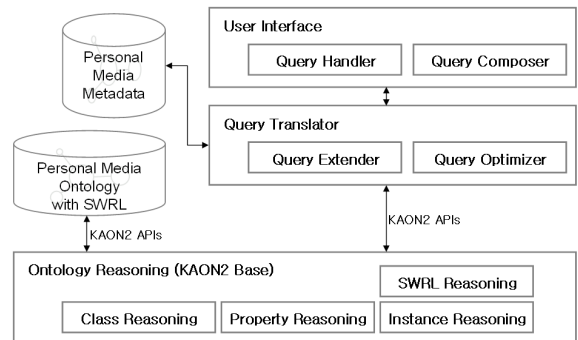


그림 2 개인 미디어 데이터 검색 시스템 구조도

시스템은 크게 사용자 인터페이스(User Interface), 질의 변환기(Query Translator), 온톨로지 추론기(Ontology Reasoning(KAON2))의 세 부분으로 나뉜다. 첫 번째, 가장 상단에 위치하는 사용자 인터페이스의

Query Handler는 사용자가 입력한 질의 내의 키워드를 온톨로지 내의 개체와 각각 맵핑할 수 있도록 클래스, 프로퍼티, 인스턴스로 분류한다. 그리고 사용자의 질의 편의성을 제공하기 위하여 질의 키워드를 입력할 때 단어별 직접 입력 또는 콤보박스를 통한 선택 입력을 지원한다. 또한 개인 미디어 데이터 온톨로지는 그래프 형태로 트리플이 연결되어 있기 때문에 트리 형태의 계층 구조 표현 및 검색이 가능하다. Query Composer는 Query Handler로부터 생성된 온톨로지 개체를 사용하여 XML 기반 개인 미디어 메타데이터를 검색하기 위한 기본적인 질의를 구성한다. 사용자는 기본적으로 사용자 인터페이스의 콤보박스를 통해 개인 미디어 데이터를 검색하게 된다. 이때 질의어를 추론 기법의 결과나 정보를 질의의 요소로 선택함으로써 질의를 생성하는 기능을 제공한다. 즉, 각 검색의 결과가 다른 검색에 반영되고 상호 작용할 수 있도록 한다. 두 번째, 질의 변환기는 사용자가 입력한 질의에 있어 우선적으로 메타데이터를 검색한다. 이후 Query Extender와 Query Optimizer를 통하여 온톨로지 기반 추론을 통한 검색을 제공한다. 이 과정에서 사용자 인터페이스에서 생성된 질의를 시스템에서 지원하는 질의 형태로 변환하게 되는데, KAON2 API를 사용하여 변환한다. Query Extender는 사용자로부터 입력된 질의를 추론 과정을 거쳐 확장하는 기능을 한다. 질의 확장은 온톨로지를 사용한 의미 기반 검색을 위하여 클래스, 프로퍼티, 인스턴스 추론과 SWRL(Semantic Web Rule Language)기반 추론을 수행함으로써 이루어진다. Query Optimizer는 사용자 질의가 다중으로 들어올 경우와 다양한 탐색 기법을 통해 생성된 질의를 하나의 표현 경로로 통합하여 질의로 처리하도록 한다. 이와 같이 함으로써 메타데이터나 온톨로지에 독립적으로 질의를 수행할 수 있도록 하였고, 질의를 확장함으로써 더욱 사용자 의도에 적합한 결과를 제시한다.

4. 개인 미디어 검색

본 논문에서는 개인이 가지는 매우 많은 양의 데스크톱 데이터 가운데 사용자가 원하는 정보를 찾기 위하여 온톨로지와 추론 기법을 사용한 의미 기반 검색을 수행한다. 이는 기존 검색 시스템이 가지는 단점을 극복하고 온톨로지 기반의 추론기술을 적용함으로써 사용자 질의에 대하여 보다 적합한 결과를 제시할 수 있다. 그리고 도메인을 개인 미디어 데이터 중 사진으로 한정하여 의미 기반 검색을 수행하는데 이때, 기존 검색 시스템들의 단점을 극복하기 위하여 트리의 계층구조, 키워드 매칭, 시맨틱 질의어 기반의 검색 등의 장점을 고려하였다.

4.1 온톨로지 및 클래스 추론

개인 미디어 검색을 위한 온톨로지는 개인 컴퓨터에 저장된 데이터를 위한 메타데이터를 구성할 때 사용하게 되는 클래스와 프로퍼티 정보를 계층적으로 표현한다 [10]. 다시 말하면, 메타데이터를 위한 스키마 계층을 온톨로지 형태로 표현한다. 스키마를 정의하고 그에 대한 관

계를 정의함으로써 온톨로지 기반 추론 중 Classification을 지원할 수 있다. 이렇게 정의한 온톨로지 스키마 위에 메타데이터를 인스턴스로 추가한다.

온톨로지는 [그림 3]과 같이 클래스를 계층적으로 표현되는데, 개인 미디어 데이터에 관한 정보 뿐 아니라 메타데이터를 생성하기 위한 Space, Time등의 클래스까지도 정의한다. 그리고 관계속성을 위하여 오브젝트 프로퍼티를 정의한다. 오브젝트 프로퍼티는 프로퍼티를 중심으로 한 도메인, 레인지 관계와 프로퍼티 간의 상/하위 관계가 정의된다. [그림 3]은 개인 미디어 검색을 위한 온톨로지의 일부분으로 클래스 추론에 해당하는 Classification의 결과를 볼 수 있다.

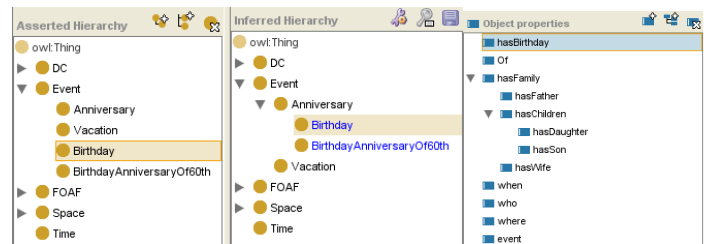


그림 3 온톨로지 스키마와 오브젝트 프로퍼티

예를 들어, “기념일에 찍은 사진”을 검색하고자 했을 때, [그림 3]의 Asserted Hierarchy와 같이 “Event” 클래스 하위의 “Aniversary”와 “Birthday” 클래스는 각기 별개의 클래스로 구성되어있다. 따라서 온톨로지의 명시적 내용만으로 검색을 한다면 일반적인 데이터베이스 검색과 같이 기념일에 대한 사진은 결과로 제시해 줄 수 있으나, 생일에 대한 사진은 반환해 주지 못한다. 그러나 온톨로지 기반 추론을 통한 검색에서는 [그림 3]의 Inferred Hierarchy와 같이 추론의 결과로 “Aniversary”의 후손으로 “Birthday” 클래스가 구성된다. 따라서 “기념일에 찍은 사진”이라는 질의에 대하여 기념일 사진과 생일 사진을 모두 반환 할 수 있다. [그림 3]에서의 추론은 제약사항(Restriction)을 통한 암묵적 하위 클래스(Implicit Subclass)를 추론한 것으로 [그림 4]와 같이 제약사항을 정의한다.

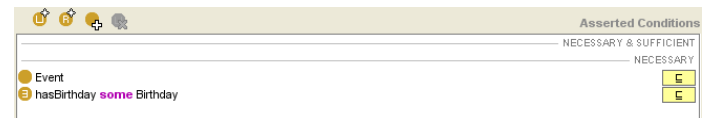


그림 4 클래스 제약사항

4.2 개인 미디어 데이터 메타데이터 표현

개인 미디어 데이터의 검색을 위하여 먼저 컴퓨터에 저장된 데이터에 의미정보를 기록하는 시맨틱 태깅[11]이 필요하다. 시맨틱 태깅을 통하여 사진, 영상, 음악, 문서 등의 데이터에 대한 메타데이터를 생성한다. 그리고 이를 내부적으로, 의미 기반 검색을 위하여 구성한 온톨로지에 포함시킨다. 이때, 온톨로지 스키마의 인스턴스로 각 미디어 데이터는 표현된다.

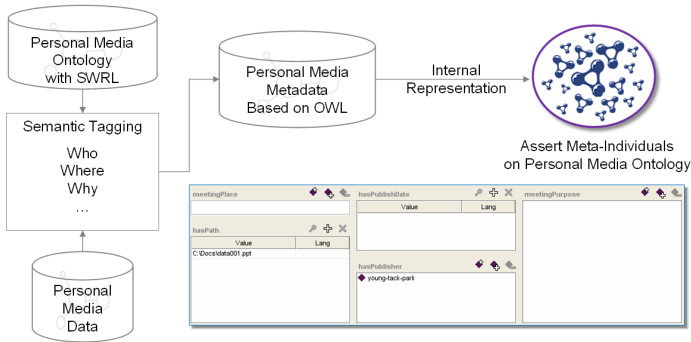


그림 5 시맨틱 태깅으로부터의 내부적 표현

[그림 5]는 시맨틱 태깅을 통하여 미디어 데이터를 온톨로지의 인스턴스로 표현하는 것을 나타낸다. 먼저 개인 미디어 데이터가 입력되면 개인 미디어 데이터 온톨로지를 기반으로 시맨틱 태깅을 하게 된다. 이때, 기본적으로 [Who], [Where], [Why] 등의 5W1H를 근간으로 각 필드에 대한 태깅을 한다. 예를 들어, 사진 데이터에 대하여 [Who] 필드의 값으로 사진에 등장하는 인물을 태깅하고, [Where] 필드의 값으로 사진 속 장소를 태깅한다. 그리고 [Why] 필드에 대한 값으로 사진 대한 이벤트 내용 즉, 여행, 봄 소풍 등 사진에 대한 배경 상황에 대하여 태깅을 해 줌으로써 하나의 데이터에 의미 정보를 부여한다. 이와 같이 각 데이터에 대한 태깅을 통해 먼저 메타데이터를 생성한 후, 메타데이터의 필드 정보와 온톨로지의 구성 개체들을 맵핑하여 각 데이터에 대한 인스턴스를 온톨로지에 생성한다. 다시 말해서, 사진이 가지는 메타데이터 필드로 [Who], [Where] 그리고 [Why]의 세 가지가 있을 때 온톨로지 내의 프로퍼티 [who], [where] 그리고 [event]로 각기 맵핑하여 표현하게 되며, 이를 온톨로지의 인스턴스로 추가한다.

4.3 프로퍼티를 통한 추론 검색

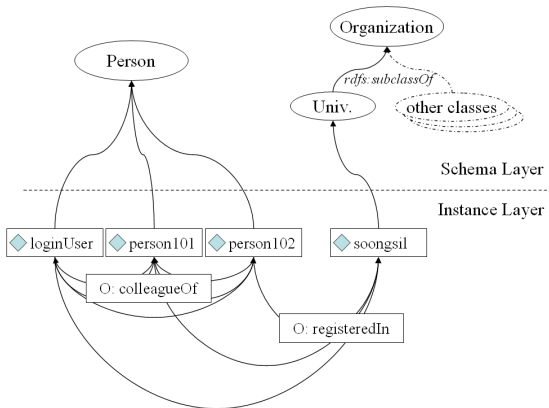


그림 6 연구실 동료에 대한 관계 표현

한 가지 예로써, 개인 미디어 데이터의 검색 중, 질의가 “연구실 동료와 찍은 사진” 일 때 “연구실 동료”에 대한 의미를 [그림 6]에서와 같이 온톨로지 내에 정의된 오브젝트프로퍼티(Object Property) “colleagueOf”와 “registeredIn”를 통해 동료의 의미, 그리고 같은 연구실

에 소속된 사람의 의미로써 “연구실 동료”를 발견 할 수 있다. 위와 같이 관계속성을 통하여 연구실 동료로써 “Person101”과 “Person102”를 찾고 궁극적으로 찾고자 하는 미디어 데이터인 사진의 등장인물로 사용자(LoginUser)와 “Person101”, “Person102”가 포함된 사진을 찾을 수 있다. 기존 검색에서는 “연구실 동료와 찍은 사진”이라는 질의에 대하여 “연구실 동료”의 실제 주체를 찾을 수 없기 때문에 질의에 대한 정확한 결과를 제시할 수 없다. 그러나 의미 기반 검색에서는 온톨로지 기반 추론을 통하여 명시적으로 드러나지 않은 정보에 대한 검색이 가능하다[12][13].

4.4 SWRL 기반 추론

온톨로지 추론 과정에서 SWRL(Semantic Web Rule Language) 기반의 규칙 추론을 수행하여 정의되지 않은 새로운 사실을 추론해 낼 수 있다[9].

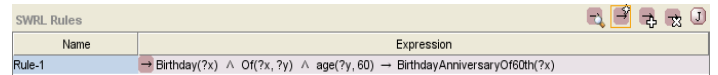


그림 7 SWRL기반 추론을 위한 규칙

예를 들어, “아버지 환갑잔치 사진”을 검색하고자 했을 때, [그림 7]과 같이 구성된 규칙을 통한 추론 결과를 얻을 수 있다. ‘환갑’이라는 것은 어떤 사람의 60번째 생일이라고 정의한다면, 생일이고, 생일의 주인공이 있고, 주인공의 나이가 60일 때 이 주인공의 생일을 환갑이라고 [그림 7]의 규칙과 같이 구성할 수 있다. 이러한 규칙을 통하여 온톨로지 상에 명시적(Explicit)으로 정의되지 않은 사실에 대한 결과를 반환할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문은 사용자의 개인 미디어 데이터의 관리에 있어서 기존의 검색 방법의 한계를 극복하고자 사용자 질의를 온톨로지와 추론 기법을 활용한 시맨틱 기술을 접목하였다. 이를 통하여 보다 효율적이며 질의의 의미적 적합성을 기반으로 한 검색을 제안하였다. 검색에 있어서는 키워드 매칭, 트리의 계층구조, 시맨틱 질의어의 활용 등 유기적으로 개인 미디어의 검색이 이루어지도록 지원하였다. 특히 키워드 기반의 질의를 통해 검색하는 기존 시스템에서는 반복적으로 사용자가 수행하여야 하는 검색 과정을 질의 확장을 통하여 의미 기반 질의를 새로이 생성함으로써 한 번의 질의로 처리할 수 있도록 하였다. 더불어 온톨로지 데이터 검색을 위하여 시맨틱 질의어인 SPARQL을 사용할 수 있도록 지원함으로써 보다 효과적인 검색이 가능하도록 하였다. 본 연구는 기존 검색과는 차별화 된 시맨틱 웹 기술을 근간으로 하고 있으며, 현재 데스크톱 검색 및 관리 유틸리티들이 지속적으로 연구되는바 개인 미디어 데이터의 관리를 위해 의미 기반 검색기법이 효과적으로 적용될 것으로 본다. 향후 연구 과제로는 사용자 질의를 SPARQL 등의 시맨틱 질의어로 완벽하게 자동 생성함으로써 시맨틱 질의어

를 모르는 사용자에게도 보다 효과적인 검색을 지원할 수 있도록 하는 기법을 생각해 볼 수 있다. 더불어 다양한 사용자 선호도 학습을 통하여 개인 미디어 데이터에 대한 메타데이터 생성 시 데이터 요소를 추가하는 방법에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] T.Berners-Lee, J. Hendler, O. Lassila, "The Semaintic Web", Scienctific American, 2001.
- [2] A. Gomez-Perez, O. Corcho, "Ontology Languages for the Semantic Web", IEEE Intelligent Systems, Vol.17, No.1, 2002.
- [3] W3C. RDF website. <http://www.w3c.org/RDF>
- [4] W3C. OWL website. <http://www.w3.org/TR/owl-features>
- [5] A. Maedche, S. Staab, "Semi-Automatic Engineering of Ontologies from Text", Institute AIFB, University of Karlsruhe, Germany, 2000.
- [6] Google, <http://www.google.com>
- [7] MyLifeBits: Fulfilling the Memex Vision
- [8] <http://kaon2.semanticweb.org/>
- [9] W3C. SWRL website. <http://www.w3.org/Submission/SWRL>
- [10] Dieter Fensel, James Hendler, Henry Lieberman, and Wolfgang Wahlster, Spinning the Semantic Web, MIT Press, 2003.
- [11] Y. Li, L. Zhang, Y. Yu, "Learning to Generate Semantic Annotation for Domain Specific Sentences," In: K-CAP 2001 Workshop on Knowledge Markup & Semantic Annotation, October 21, 2001, Victoria B.C., Canada.
- [12] R.Guha and R. McCool. Tap: Towards a web of data. <http://tap.stanford.edu/>.
- [13] Fikes, Richard, Jessica Jenkins, and Qing Zhou. "Including Domain-Specific Reasoners with Reusable Ontologies," Proceedings of the 2003 International Conference on Information and Knowledge Engineering, LasVegas, Nevada, USA, June 23-26, 2003.
- [14] Dublin Core Metadata website. <http://dublincore.org>
- [15] C. Zaniolo. "The logical data language (ld): An integrated approach to logic and databases", MCC Technical Report STP-LD-328-91, 1991.