
커뮤니티의 게시글과 게임 온톨로지 이용한 대화형 NPC의 구현

Implementation of an Interactive NPC with Community Bulletin Board and Game Ontology

박두경, Dookyung Park*, 윤태복, Taebok Yoon, 박교현, Kyohyun Park, 이지형, Jeehyong Lee*
*성균관대학교 컴퓨터공학과

요약 최근 컴퓨터 게임에 등장하는 NPC(Non-player Character)에 각종 인공지능 기법을 적용하는 연구들이 이루어지고 있다. 하지만 대부분의 연구가 플레이어를 상대하는 적대적 입장의 NPC들의 움직임 조절에 초점을 맞추고 있고 아직까지 게임 상에서 등장하는 모든 NPC는 항상 같은 말과 비슷한 행동을 되풀이하는 모습만을 보여주고 있다. 이는 플레이어가 게임을 비현실적으로 느끼게 만들고 결과적으로 게임의 재미를 저하시키는 요소로 작용한다. 플레이어에게 보다 현실적인 게임 환경을 제공하기 위해서는 NPC가 단순히 게임의 배경을 구성하는 오브젝트가 아니라 다양한 대화를 통해 플레이어에게 많은 영향을 주게 하여 게임의 기여도를 높여주어야 한다. 본 논문에서는 이를 위해 게임 속에서 주어지는 퀘스트를 구성하는 NPC, 몬스터, 보상 등의 속성 정보를 온톨로지로 구성하고, 인터넷에 존재하는 게임 커뮤니티에서 퀘스트 질의/응답 게시판의 글을 추출하여, 플레이어의 관련 질의에 응답하는 NPC를 구현하고자 한다. 이를 위해 온톨로지 정보를 이용한 검색 알고리즘을 구현하였고, 시뮬레이션을 통해 NPC가 커뮤니티 게시글(국문/영문) 정보를 이용하여 유저에게 고정되지 않은 다양한 메시지를 전달하면서 동시에 유저의 게임 진행을 도와주는 모습을 확인하였다.

핵심어: GAME, Natural Language Processing, Ontology

1. 서론

NPC(Non-Player Character)는 게임에서 유저가 컨트롤 할 수 없고 정해진 루틴에 따라 스스로 움직이는 인공지능 객체를 말한다. 최근에는 게임에 등장하는 NPC의 움직임에 다양성을 부여하기 위한 시도들이 많이 연구되고 있다. 게임 초기에는 NPC들이 모두 동일한 상태였지만 게임이 진행될수록 강화학습(Reinforcement Learning) 등의 기법을 통해 각기 다른 생명체로 성장시키는 것에서부터, 다수의 NPC들이 각자 자신의 목적 달성을 위해 수단과 방법을 가리지 않고, 현 상황에서 최적의 선택을 하는 계획(Planning)과 같은 인공지능 기법들을 적용시키려고 노력하고 있다. 이러한 시도는 모두 게임 안에서 활동하는 NPC들을 보다 지능적으로 만들고자 하는데 그 목적이 있고, 그 결과 게임을 하는 유저로 하여금 게임을 보다 현실적으로 느끼게 하여 재미를 촉진시키는데 있다.

하지만 여전히 게임은 비현실적으로 느껴지는 부분이 있

는데, 바로 유저에게 크고 작은 영향을 주는 보조 NPC들이다. 이들은 일반적으로 게임의 배경을 구성하고 게임 내의 묘사를 좀 더 풍부하게 하는 역할을 담당한다. 게임에 미치는 영향이 거의 없기 때문에 기존 게임에 등장하는 대부분의 보조 NPC는 생김새만 다르지 몇 가지 정해진 움직임과 동일한 대사만을 반복하고 있다. 바로 이 점이 게임을 비현실적으로 만드는 요소이다. 그러므로 보조 NPC가 좀 더 다양하면서도, 유저에게 도움이 되는 이야기를 전달할 수 있게 함으로서, 유저가 게임을 보다 현실적으로 느낄 수 있게 하고 동시에 게임 진행의 불편함을 줄이고자 한다.

이런 문제를 해결하기 위해서는 NPC의 대사를 일정 간격으로 계속 갱신하거나 또는 대사를 실시간으로 생성해주어야 한다. 본 논문에서는 NPC가 게임에 관련된 다양한 이야기를 할 수 있게 하기 위해, NPC의 대사를 게임 커뮤니티의 게시판에서 수집한 글을 이용하는 방법을 제시한다.

최근 온라인게임은 유저들이 게임을 하는 것만으로 만족하지 않고 게임 외부에서도 서로 정보를 주고받으면서 자신

의 게임 플레이를 연장시킨다. 바로 게임과 관련된 정보를 주고받는 곳이 게임 커뮤니티인데, 커뮤니티의 각종 게시판을 통해서 새로운 정보를 얻고, 게임을 진행하는 도중 어려운 부분이 있으면 질문을 통해 답변을 구하기도 한다[1]. 즉, 게임 커뮤니티의 질의/응답 게시판의 많은 글들은, 보조 NPC가 게임과 관련된 의미있는 대사를 생성하는데 좋은 재료가 될 수 있고, 무엇보다 질문/응답 게시판에 올라오는 내용들은 일반 유저들이 자주 찾는 질문도 포함하고 있기 때문에, 게임 속에서 발생할 수 있는 질의/응답 상황에 적합하다고 볼 수 있다.

하지만, 이와 같은 대화형 NPC를 구현하기 위해서는 한 가지 문제점이 있는데, 바로 게임 인터페이스는 게임 커뮤니티에서 제공하는 인터페이스와는 다르다는 점이다. 일반적으로 커뮤니티에서 특정 정보를 얻기 위해 사람들은 특정 색인어 또는 문장을 입력하고, 그 색인어를 담고 있는 많은 답변 중에서 적합하다고 생각되는 것을 직접 선택하여 정보를 얻는다. 하지만 만약 유저가 특정 정보가 필요하여 NPC에게 물었을 때, 그 NPC가 관련된 여러 답변들을 전부 유저에게 나열하여 보여준다면, 이는 유저에게 편의는 제공할 수 있을 지라도 여전히 비현실적인 느낌을 줄 것이다.

실제로 어떤 사람이 질문을 했다면 듣는 사람은 자신의 기억을 더듬어 그 질문에 가장 적합한 대답을 말한다. 필요에 따라 부가적인 설명이 들어가는 경우도 있지만, 하나의 질문에는 한 개의 답변이 일반적이다. 이러한 사람과 사람 사이의 질의/응답 의사소통이 게임 속 유저와 NPC사이에서 이루어질 수 있도록 한다면 유저는 게임에서 보다 현실감을 느낄 수 있을 것이다.

하나의 질의에 최적의 답변을 하기 위해서는 커뮤니티 게시판에서 어떻게 질의에 가장 부합하는 과거 질의 정보를 찾을 것인가와, 많은 과거 질의 정보의 비슷한 답변들 중에서 가장 현재 질의를 잘 설명할 수 있는 답변을 찾는가에 있다. 본 논문에서는 질의 매칭을 위해 우선 게임 관련 단어들 모아 말뭉치를 만들고, 단어와 단어 사이의 관계를 정의하여 온톨로지로 표현하여 NPC의 지식기반으로서 사용하였다. 그리고 입력된 질의도 역시 게임 온톨로지를 이용하여 가공한 후, NPC의 지식기반에 있는 질의들과 비교하여 가장 적합한 질의 정보를 도출하였다. 답변을 도출하기 위한 과정은 질의 정보를 찾는 과정과 동일하지만 한 가지 정보를 추가적으로 고려하였다. 바로 일반적인 커뮤니티 게시판에 존재하는 추천기능인데, 어떤 질의에 해당하는 답변이 여러 가지 존재할 때, 추천이 많은 답변이 우선적으로 선택될 수 있는 과정을 추가함으로써 유저에게 보다 정확한 정보를 전달할 수 있도록 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 게임 내 정보를 어떻게 온톨로지로 표현했는지 알아볼 것이고, 3장에서는

게임 온톨로지를 이용한 커뮤니티 정보 말뭉치 가공 방법 및 실제 질의/응답 처리과정에 대해 상세히 기술했고, 4장에서는 시뮬레이션을 통해 실제 시스템이 동작하는 모습을 보이고, 마지막으로, 5장에서는 결론 및 향후연구에 대해 언급하고자 한다.



2. 게임 온톨로지

게임에 온톨로지를 적용하는 시도는 이전에도 있었다[2]. 게임의 장르에 따라 온톨로지는 다르게 구성될 수 있고, 최근에는 게임 하나의 규모가 커짐에 따라 온톨로지는 각각의 게임마다 달라질 수 있다. 본 논문에서는 MMORPG 장르 게임의 주요 특징 중 하나인 퀘스트 정보를 온톨로지로 이용하였다.

2.1 퀘스트 온톨로지

최근 온라인 게임 시장에서는 MMORPG(Mass Multiplayer Online Role Playing Game)라는 장르가 강세인데, MMORPG에서는 일반적으로 게임의 진행이 퀘스트를 통해 이루어진다. 게임 속에서 하는 많은 일이 퀘스트와 연관이 되어 있기 때문에 MMORPG 게임 커뮤니티 게시판에서는 퀘스트 관련 질문이 끊이지 않는다. 퀘스트란 일반적으로 게임을 진행하는데 있어서 유저에게 주어지는 임무를 말한다. 유저는 게임 속에서 퀘스트를 통해 돈을 벌고, 아이템을 얻고, 성장을 할 수 있다. 예를 들면 다음과 같다.

V 마을에 사는 N이라는 NPC가 I라는 아이템을 찾아달라고 부탁하여 주인공은 L이라는 장소로 가서 몬스터 M을 무찌르고, 아이템 I를 얻어 NPC N에게 돌려주니, N은 고맙다고 보상으로 무기 W를 주었다.

이와 같이, 퀘스트는 게임 내 다양한 정보들의 집합이다. 이러한 특징 때문에 각각의 정보를 퀘스트 종류 별로 온톨로지로 구성한다면 유저의 질의에 보다 정확한 정보를 제공할 수 있다.

2.2 '월드 오브 워크래프트'의 게임 온톨로지

본 논문에서는 제안하는 방법의 구현을 위해 현재 서비스 중인 MMORPG 게임 '월드 오브 워크래프트(WOW)'의 퀘스트 정보를 이용하였다.

WOW의 퀘스트 온톨로지를, NPC 클래스, 아이템 클래스, 퀘스트 클래스, 총 3가지로 나누었다. 각 클래스 별로 다양한 속성이 존재하고, 클래스별 속성은 표 1과 같다.

표 1. 퀘스트 온톨로지 클래스 별 속성

클래스	속성	설명
Quest	이름	퀘스트의 이름
	레벨	퀘스트를 수행할 수 있는 최소 레벨
	종족	퀘스트를 수행 할 수 있는 종족의 종류
	업무	단기/연속, 격퇴, 수집, 전달
	보상	아이템, 돈, 경험치
NPC	이름	NPC의 이름
	아이템	NPC로부터 얻을 수 있는 아이템
	위치	NPC의 위치
ITEM	이름	아이템의 이름
	획득	아이템을 획득할 수 있는 장소또는 NPC
	성능	아이템의 성능

그리고 다음은 클래스간의 관계속성의 일부를 나타낸 것이다.

표 2. 퀘스트 클래스간 관계속성

관계	설명
hasSubquest	서브퀘스트를 갖는다
hasCollection	아이템 수집 업무를 갖는다
hasReward	보상을 갖는다
hasMonster	몬스터를 갖는다

정리한 퀘스트 온톨로지를 이용하여 WOW 게임의 '오닉시아 열쇠 퀘스트' 를 표현한 예제는 다음 그림 1과 같다.

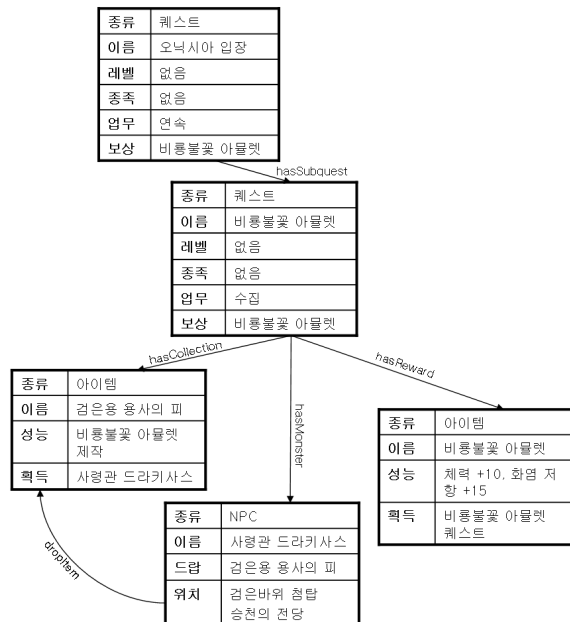


그림 1. 오닉시아 열쇠 퀘스트 온톨로지 정보

본 논문에서는 국문 커뮤니티만을 대상으로 한게 아니라

영문 커뮤니티도 연구대상이기 때문에 온톨로지의 구성을 국문/영문 두 가지를 고려하여 정의 하였다.

3. 게임 온톨로지를 이용한 질의/응답

게임 내에서 유저의 질의에 대한 응답은 실시간으로 이루어져야 하기 때문에 빠른 처리를 위해 커뮤니티 정보를 사전에 분석해서 NPC의 지식기반으로 쌓아두어야 한다.

3.1 국문/영문 게임 커뮤니티 정보 사전 분석

다음 그림 2는 실제 WOW 플레이포럼 커뮤니티의 퀘스트 포럼[4]에서 '오닉' 으로 검색했을 때 나오는 글 목록 중 일부를 보여주고 있다.

8154	얼라이언스오닉입장퀘, 동지입장퀘 [5]	영성미	02/07	3659	0
8131	공통 오닉시아 막공대 생각하시는분 (공략)	그림자일력	02/01	771	2
8088	얼라이언스검동과, 오닉 퀘 폼 자세히 가르쳐 주세요.. [2]	알아도적	01/17	2288	0
8086	공통 오닉머리 먹으면 시작하는퀘 [2]	카류리오스	01/16	2455	0
7636	얼라이언스오닉시아열쇠퀘 중에서도... [1]	kensi	11/05	855	1
7381	공통 오닉퀘어퀘 중간에서 끊었는데 어떻게 .. [2]	굴단가룻	09/26	616	1

그림 2. 오닉시아 퀘스트 관련 글 목록

제안하는 시스템에서는 일정시간 간격으로 커뮤니티 게시판의 데이터를 수집하여 분석하는데, 분석을 위해 본 논문에서는 국민대학교 자연어처리 연구실에서 개발한 형태소 분석기[3]를 사용하였다. 각 질의 글은 다음과 같은 처리 과정을 거친다. 우선 질의 글의 제목을 형태소 분석한 후 질의 제목 말뭉치를 만들고 같은 과정을 거쳐 질의 내용 말뭉치를 작성한다. 그 후 말뭉치의 단어를 퀘스트 온톨로지의 여러 퀘스트 중 가장 단서 단어가 많이 속해 있는 퀘스트의 질의 글로 분류한다.

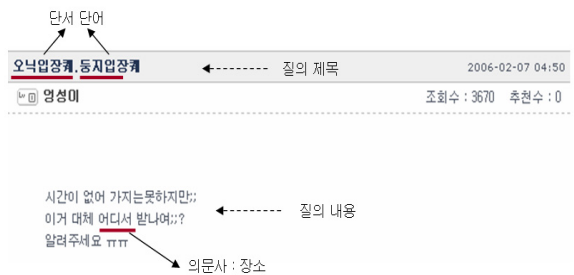


그림 3. 국문 질의 글 분석

다음은 WOW 공식홈페이지의 퀘스트 관련 포럼[5]에서 'ony'로 검색하였을 때 나온 질의 글을 발췌한 것이다.



그림 4. 영문 질의 글 분석

일반적으로 질의 글의 명사로부터 NPC의 이름, 몬스터 레벨과 같이 질의한 사람이 알고 있는 정보를 얻을 수 있고, '어디서(where)', '누구(who)'와 같은 의문사로부터 질의한 사람이 모르는 정보를 얻을 수 있다. 이러한 정보를 이용하여 해당 의문사와 연관된 정보를 가장 많이 갖고 있는 글을 찾는다. 그리고 해당 질의에 추천을 받은 응답 글이 있을 경우엔 가장 많은 추천을 얻은 글이 자동 선택되어 질의에 대한 응답 내용으로 저장된다. 하지만 추천을 받은 응답이 없다면, 질의 글에 연결된 모든 응답 글을 질의 글과 마찬가지로 형태소 분석을 거쳐 응답 내용 말뭉치 정보로 변형된 후, 질의한 사람이 모르는 정보를 가장 많이 담고 있는 글, 또는 단서 단어와 연관된 단어를 가장 많이 담고 있는 글이 질의 글의 응답내용으로 저장된다.

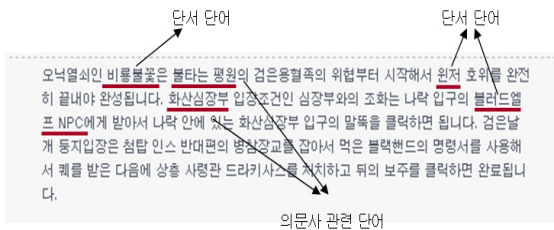


그림 5. 응답 내용 분석

게시판의 모든 글은 그림 5와 같은 처리 과정을 거쳐 질의 글 말뭉치 정보로 변환된다.

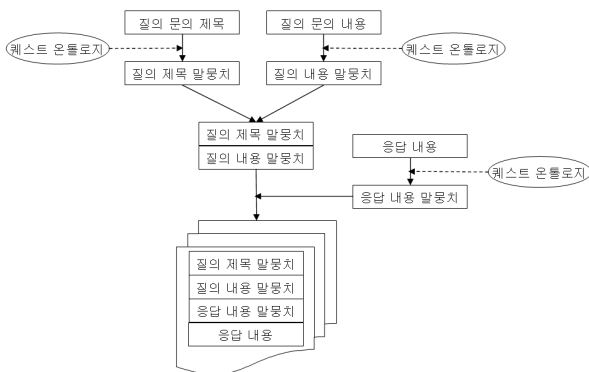


그림 6. 질의 글 말뭉치 생성 과정

3.2 질의/응답 처리 과정

그림 6은 실제 게임 상에서 이루어지는 질의/응답 처리 과정을 보여주고 있다.

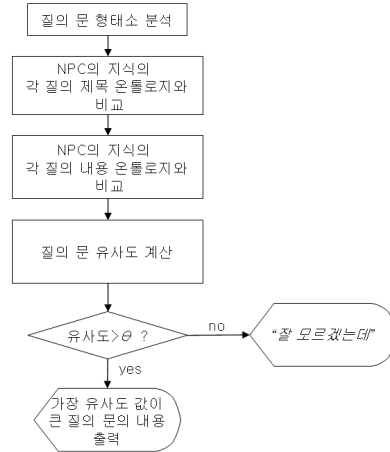


그림 7. 질의/응답 처리 과정

먼저 사용자가 NPC에게 질의를 했을 때, 사용자가 입력한 질의 문도 형태소 분석을 통해 단서 단어와, 질의 단어로 분리하여 질의 문 말뭉치를 만든다. 그리고 퀘스트 온톨로지 정보와 비교하여 가장 근접한 퀘스트를 찾고, 해당 퀘스트 질의 글의 말뭉치와 비교한다.

$$S_{x,y} = \alpha \left(\frac{y \text{의 질의 제목에 나타난 } x \text{의 단서 단어의 수}}{x \text{의 단서 단어의 수}} \right) + \beta \left(\frac{y \text{의 질의 내용에 나타난 } x \text{의 단서 단어의 수}}{x \text{의 단서 단어의 수}} \right) + \gamma \left(\frac{y \text{의 응답내용에 나타난 } x \text{의 질의 대응 단어의 수}}{y \text{의 응답내용의 단서 단어의 수}} \right)$$

x : 사용자가 입력한 질의 문
 y : 질의 글 온톨로지
 $S_{x,y}$: x 와 y 의 유사도
 α, β, γ : 가중치

유사도를 구하는 식은 크게 세부분으로 나뉘는데, 질의 제목의 유사도, 질의 내용의 유사도, 그리고 질의 문과 응답 내용의 대응 정도를 비교하여 최종 유사도를 결정한다. 유사도 값이 특정 임계값(θ)을 넘어가는 질의 글 말뭉치 중 가장 높은 유사도를 보이는 해당 질의 글 말뭉치의 응답 내용을 유저에게 제공한다. 그러나 NPC의 지식 기반에 있는 어떤 질의 글도 유사 조건을 만족시키지 못하면 NPC는 유저에게 자신은 모르겠다는 의사를 전달한다.

이렇게 임계값을 둔 것은 두 가지 이유에서 이다. 우선 NPC가 유저의 질의와 전혀 관계없는 이야기를 하는 것을 방지하기 위함이고, 두 번째로 NPC의 지식 기반을 분산시키는 것이 유저에게 보다 현실감을 줄 수 있기 때문이다. 일반적으로 사람들은 자신이 거주하는 곳의 정보를 많이 가지고 있고 어느 정도 범위를 넘어서는 장소에 대한 정보는 부족하다. 그러므로 게임 상의 세계 각지에 널리 퍼져 있는 NPC들에게도 자신이 속한 지역의 정보 위주로 지식 기반을 설정하고 외부 지역의 정보를 제한하는 것이 현실적인 게임 구성이 될 것이다.

4. 실험 및 결과

4.1 국문 데이터 실험

시뮬레이션을 위해 WOW 게임 커뮤니티인 플레이포럼의 퀘스트 질문/답변 게시판[4]에서 ‘오닉시아 열쇠’로 검색하여 나온 글을 수집하여 실험 데이터로 사용하였고 영문 데이터의 실험을 위해 WOW 게임 공식 홈페이지의 퀘스트 포럼에서 ‘ony attunement’로 검색하여 나온 글을 수집하였다. 총 수집한 질의 글의 수는 34개이고, 그 중 응답이 없는 5개의 글을 제외한 29개의 글이 퀘스트 온톨로지를 이용하여 말뭉치 정보로 변형 되었고 총 2개의 퀘스트로 분류되었다. 그리고 각각의 질의 글의 응답으로 올라온 78개의 글이 응답 말뭉치 정보로 변형 되었다.

실험에는 수집한 질의 글 중에서 임의로 선정하여 사용하였고 선정된 질의 글의 정보는 그림 7에 나타나있다.

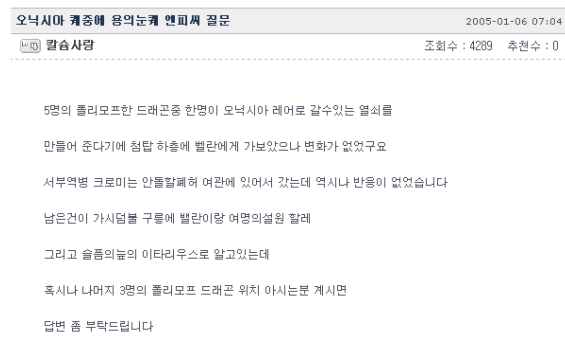


그림 8. 국문 실험을 위해 선정된 질의 글 샘플

표 3은 질의 글을 게임 온톨로지와 매칭시켜 분석한 결과이다.

표 3. 질의 글 분석 결과

질의제목	질의 내용	관련 퀘스트
오닉시아, 웅의눈, 엔피씨	드래곤, 오닉시아, 레어, 열쇠, 침탑, 벨란, 서부역병, 크로미, 안돌할페허, 여관, 가시덤불, 구름, 빨란, 여명의설원, 할레, 슬픔의늪, 이타리우스, 폴리모프, 위치	오닉시아 열쇠

질의 문 분석 결과는 ‘오닉시아 열쇠’ 퀘스트의 모든 응답 글과 유사도를 계산한다. 계산의 편의를 위해 가중치 α, β, γ 은 각각 0.2, 0.3, 0.5로 가정하였고, 임계치(θ)는 0.3으로 두었다. 임계치를 넘는 응답 글에 대한 계산 결과가 표 4에 나타나 있다.

표 4. 유사도 계산 결과

번호	응답 내용 말뭉치	유사도
1	할레, NPC, 눈, 평원, ...	0.39
2	빨란, 언덕, 빨란, ...	0.37
3	할레, 굴, 미스스릴, ...	0.30

4.2 영문 데이터 실험

영문 데이터의 실험을 위해 WOW 게임 공식 홈페이지의 퀘스트 포럼[5]에서 ‘ony attunement’로 검색하여 나온 글을 수집하였다. 총 48개의 글이 퀘스트 온톨로지를 이용하여 말뭉치 정보로 변형 되었고 총 3개의 퀘스트로 분류되었다. 그리고 각각의 질의 글의 응답으로 올라온 78개의 글이 응답 말뭉치 정보로 변형 되었다.

국문 데이터 실험과 마찬가지로 질의 글 중에서 임의로 하나의 글을 선정하여 유저의 실의 문으로 사용하였다. 선정된 질의 글은 그림 9에 나타나있고, 질의 글의 분석 결과는 표 5에 나타나있다.

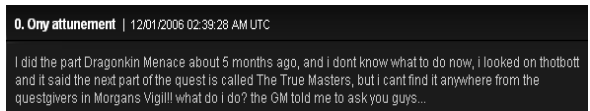


그림 9. 영문 실험을 위해 선정된 질의 글 샘플

표 5은 질의 글을 게임 온톨로지와 매칭시켜 분석한 결과이다.

표 5. 질의 글 분석 결과

질의제목	질의 내용	관련 퀘스트
Onyxia attunement	Dragonkin, Menace, what, thotbott, quest, True, Masters, Morgans, Vigill	Onyxia Attunement

국문 실험과 마찬가지로 질의 문 분석 결과는 ‘Onyxia attunement’ 퀘스트의 모든 응답 글과 유사도를 계산했다. 가중치 α, β, γ 은 국문 실험과 동일하게 가정하였고, 임계치(θ)는 0.3으로 두었다. 임계치를 넘는 응답 글에 대한 계산 결과가 표 6에 나타나 있다.

표 6. 유사도 계산 결과

번호	응답 내용 말뭉치	유사도
1	Alliance, Dragonkin, Menace, Helendis, Riverhorn, ...	0.51
2	Dragonkin, Menace, Wyrn, Omokk, Voone, ...	0.39
3	Kargath, tower, Warlords Command, Blackrock, ...	0.30

5. 결론 및 향후 연구

최근 국내 게임개발사 중 하나는 검색과 온라인게임이 융합된 새로운 개념의 검색서비스를 준비 중에 있다고 밝혔다. 웹상에 존재하는 유저들에 의해 생성된 많은 정보들을 이용하고, 게임을 구성하는 정보들을 일정한 관계에 따라 온톨로지화하여 게임 속에서 NPC가 질의/응답처리가 가능해진다면, NPC는 유저가 게임을 하는데 도움이 되는 서비스를 할 수 있을 뿐만 아니라, NPC가 단순히 게임의 배경을 구축하는 객체를 넘어 게임의 진행에 기여할 수 있게 됨으로서 보다 의미있고 동시에 게임에 활력을 불어넣어주는 존재가 될 수 있다. 이는 게임의 측면에서 보았을 때, 게임 콘텐츠의 재미를 더욱 증가시키고, 웹서비스 측면에서 보았을 때 정보의 공유가 확산되므로 서로에게 이익이 될 수 있다.

하지만, 국어와 영어를 사용하는 유저들 모두 커뮤니티 상에서 단서 단어를 변형해서 사용하는 경우가 많고, 파악하기 힘든 복합명사 등을 사용하기 때문에 커뮤니티의 게시글 분석을 어렵게 만든다. 그러므로 커뮤니티의 게시글을 분석하기 위해서는 게임 온톨로지를 이용한 말뭉치를 만들 때 유저들이 사용하는 용어들을 고려해야 한다. 그리고 일부 유저들이 작성한 글은 비어 및 속어 이모티콘 등이 포함되어 있어 응답 내용을 필터링하는 방법도 추가적으로 생각해야 할 문제이다.

게다가 게임 개발 측면에서 보면 온라인 게임의 특징 상, 서비스 개시 후 추후 많은 업데이트를 통해 기존 게임의 내

용이 바뀌고 새로운 내용이 추가 될 수 있기 때문에, 그 때마다 게임 온톨로지의 수정도 필요하다.

향후에는, 게시글 분석에 있어 형태소 분석기법 뿐 만이 아니라 구문 분석기법을 적용하여 유저의 질의에 보다 정확한 응답을 찾는 연구를 할 계획이다.

참고문헌

- [1] 정재진 외 2명, "온라인게임 개발전략에 관한 탐색적 연구", 한국정보처리학회 논문지, 제11-D권, 제4호, 한국정보처리학회, pp. 991~1002, 2004.
- [2] 윤호창 외 2명, "온톨로지를 이용한 가이아 게임 아키텍처 제안에 관한 연구", 한국콘텐츠학회 춘계종합 학술대회 논문집, 제3권, 제1호, 한국콘텐츠학회, pp. 221~228, 2005.
- [3] 강승식, "<http://nlp.kookmin.ac.kr/HAM/kor/index.html>"
- [4] 월드 오브 워크래프트 플레이포럼, "<http://www.playforum.net/wow/>"
- [5] World of Warcraft, "<http://www.worldofwarcraft.com>"