[UCI]I804:24011-200000232770

2006년 2월

석사학위논문

개념 그래프 기반의 효율적인 악성 코드 탐지 시스템 구현

조선대학교 대학원

전자계산학과

김 성 석

개념 그래프 기반의 효율적인 악성 코드 탐지 시스템 구현

Implementation of an Efficient Malicious Code Detection System based on the Conceptual Similarity

*2006*년 *2*월 일

조선대학교 대학원

전자계산학과

김 성 석

개념 그래프 기반의 효율적인 악성 코드 탐지 시스템 구현

지도교수 김 판 구

이 논문을 이학석사학위신청 논문으로 제출함.

*2005*년 *10*월 일

조선대학교 대학원

전자계산학과

김 성 석

김성석의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 _____

위　원 조선대학교 교수 _____

위　원 조선대학교 교수 _____

*2005*년 *11*월　　일

조선대학교 대학원

목 차

표 목 차

그 림 목 차

ABSTRACT

Implementation of an Efficient Malicious Code Detection System based on the Conceptual Similarity

Kim, Sung-Suk

Advisor : Prof. Kim, Pan-Koo, Ph.D

Department of Computer Science

Graduate School of Chosun University

Nowadays, a lot of techniques have been applied for the detection of malicious behavior. However, the current techniques taken into practice are facing with the challenge of much variations of the original malicious behavior, and it is impossible to respond the new forms of behavior appropriately and timely. There are also some limitations can not be solved, such as the error affirmation (positive false) and mistaken obliquity (negative false). With the questions above, we suggest a new method here to improve the current situation. To detect the malicious code, we put forward dealing with the basic source code units through the conceptual graph. Basically, we use conceptual graph to define malicious behavior, and then we are able to compare the similarity relations of the malicious behavior by testing the formalized values which generated by the predefined graphs in the code. In this paper, we show how to make a conceptual graph and propose an efficient method for similarity measure to discern the malicious behavior. As a result of our experiment, we can get more efficient detection rate.

Ⅰ. 서 론

A. 연구 배경 및 목적

인터넷 기반구조와 정보통신 기술의 급속한 발전은 많은 사용자들에게 다양한 혜택을 제공하였다. 하지만 그 이면에서는 인터넷 사용이 증가함에 따라 인터넷 서비스를 이용하여 악성 코드가 확산되었고, 이에 따른 많은 위협들이 발생하고 있다.

초기의 악성 코드는 파일 감염을 통해 전파되는 바이러스가 일반적인 형태였지만, 최근에는 비정상적인 동작, 정보 유출, 또는 분산 서비스 공격 등의 악영향을 일으키기 위한 목적으로 작성된 인터넷 웜(worm)과 같은 스크립트 형태의 악성 코드가 나타나고 있으며, 복잡하고 지능적으로 진화하고 있다. 특히, VBScript(Visual Basic Script)로 작성된 윈도우 운영체제 기반의 악성 스크립트가 증가하고 있다[20].

현재 VBScript의 악성 행위 탐지를 위해 스크립트 소스 코드의 특정 문자열을 이용한 시그니처(signature) 기반의 스캐닝 방법과 휴리스틱(heuristic) 분석 기법이 널리 사용되고 있다[21].

시그니처 기반의 스캐닝 기법은 기존 악성 코드를 분석하여 악성 패턴에 해당되는 시그니처를 추출한 후 이를 악성 코드 탐지에 활용하고 있다. 하지만 알려지지 않은 새로운 악성 코드나 구조적으로 변형된 소스 코드에 대해서는 악성 행위를 탐지할 수 없는 단점을 가지고 있기 때문에 알려지지 않은 악성 행위에 대응하기 위해서 휴리스틱 분석 기법을 이용하는 것이 일반적이다[4].

휴리스틱 분석 기법 중에 정적 휴리스틱 분석은 악성 행위를 위해 자주 사용되는 메소드 또는 내장 함수 호출들을 데이터베이스화 하여두고 대상 스크립트를 스캔하여 일정 수 이상의 위험한 호출이 나타나면 이것을 악성 스크립트로 간주하는 방식이다. 이는 비교적 빠른 속도와 높은 탐지율을 보이긴 하지만 정상 행위를 악성으로 탐지하는

긍정 오류가 상당히 높다는 단점을 가지고 있다[5,14].

일반적인 탐지 기법들은 소스 코드 형태로 존재하는 악성 스크립트에서 정형화된 코드 블록을 찾아내고 의미를 파악하는 데에는 많은 어려움이 있다. 따라서 소스 코드의 개념적인 분석을 통하여 의미를 파악하고 그 개념들 간의 연관관계를 이용하여 동적인 정보를 이해할 수 있는 방법이 필요하다.

본 논문에서는 스크립트 소스 코드인 VBScript의 구문 분석을 통해 개념(concept)과 관계(relation)를 정의하고, 개념 그래프(conceptual graphs)로 표현한 후, 악성 코드 탐지에 적용하기 위해 개념 그래프들 간의 유사도 측정식을 제안하고 실험 및 평가를 통하여 개념 그래프 기반의 효율적인 악성 코드 탐지 시스템을 구현하였다.

B. 연구 내용

본 논문의 연구 내용은 기존 악성 코드 탐지 기법의 문제점을 해결하고 보다 효율적인 기법을 제안하기 위해 코드와 기존의 악성 행위 탐지 기법과 최근 연구 동향을 파악하고 각각의 장점과 단점을 분석하여 근본적인 문제점을 도출하여 이를 극복하기 위한 새로운 접근 방안을 연구하였다.

현재 악성 행위 탐지를 위해 시그니처 기반의 스캐닝 방법과 휴리스틱 분석 기법이 널리 사용되고 있다. 위의 두 가지 방법들은 각각의 장점들에도 불구하고 긍정 오류(false positive)와 틀린 부정(negative false)의 근본적인 문제점들을 해결하지 못하고 있다.

이와 같은 문제점이 존재하므로 본 논문에서는 개념 그래프 기반의 악성 코드 탐지 시스템을 제안한다. 먼저 소프트웨어 명세와 모델링, 지식 표현, 자연 언어 생성과 정보 추출 등의 다양한 분야에서 사용되고 있는 개념 그래프에 대한 연구와 개념 그래프의 기본적인 구문인 개념과 관계를 정의하는 방법 및 개념 그래프 표현법에 대해서 연구하였다.

또한, 악성 코드 탐지를 위해서 개념 그래프의 수학적인 기초를 바탕으로 유사도를 측정하는 방법을 제안하여 탐지에 활용하는 방법론에 대해 알아보고 실험을 통하여 향상된 결과를 얻을 수 있었다.

C. 논문 구성

본 논문의 구성은 제 2장에서 악성 행위 탐지 기법과 최근 연구 동향을 분석하여 근본적인 문제점을 파악하여 해결 방안을 제시하고, 제 3장에서는 소스 코드를 개념 그래프의 기본적인 구문인 개념과 관계로 정의하는 방법과 이를 통하여 개념 그래프 표현하는 방법에 대해서 기술하였다. 제 4장에서는 개념 그래프를 악성 코드 탐지에 활용하기 위한 유사도 측정법을 제안하고, 제 5장에서는 제안된 기법을 시스템에 적용한 실험 및 평가를 하였다. 끝으로 제 6장에서는 본 연구의 결론 및 향후연구 방향에 대해 서술하였다.

Ⅱ. 기존 악성 코드 탐지 기법과 대응 체계 및 문제점

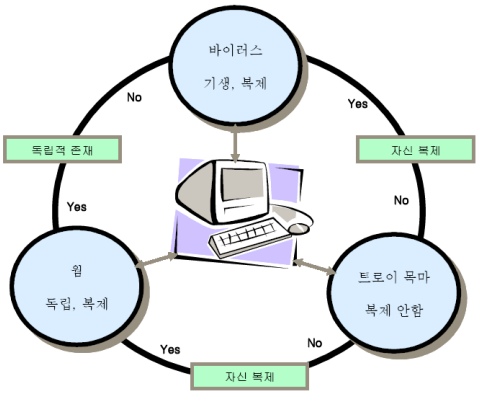
A. 악성 코드와 악성 스크립트

악성 코드는 '어떤 소프트웨어 시스템에 소기의 기능을 손상/파괴하기 위해 추가/변경 혹은 삭제된 코드' 또는 '제작자가 의도적으로 사용자에게 피해를 주려는 목적으로 만들어진 프로그램' 등으로 정의되고 있다. 즉, 비정상적인 동작 또는 시스템 위해 행위를 목적으로 작성된 코드를 지칭한다.

악성 코드가 다른 프로그램들과 구별될 수 있는 중요한 차이는 사용자의 의도와는 상관없이 악성 행위를 하도록 '고의적'으로 제작되었다는 점이다. 일반적으로 악성 코드는 존재 형태와 자기 복제 여부에 따라 <표 1>, (그림 1)과 같이 구분된다.

<표 1> 악성 코드의 유형

구분	숙주(*Host*)에 기생	자기복제
Virus	○	○
Worm	×	○
Trojan Horse	×	×



(그림 1) 악성 코드의 유형별 분류

스크립트에 대한 간단한 사전적 정의는 '다른 프로그램에 의해 번역되거나 수행되는 프로그램이나 명령어들의 나열'이라고 할 수 있다.

스크립트 언어는 컴파일이 필요하지 않고 번역기에서 실행되어 컴파일 된 프로그램보다 실행시간이 오래 걸리고 기능 면에서 제한적이다. 그러나 현재의 스크립트 언어는 컴퓨터 기반 기술의 발달로 인하여 속도의 제한을 받지 않고, 일반적인 프로그래밍 언어에 비해 습득이 용이하고 짧은 코드로 많은 작업을 수행할 수 있도록 설계되어 악성 코드의 작성이 이진 코드에 비해 상대적으로 쉽다. 또한, 대부분 소스 프로그램 형태로 전파되므로 제 3자에 의한 변형이 용이 하다.

악성 스크립트는 스크립트 언어로 작성된 웜, 바이러스, 트로이목마 같은 악성 프로그램들이다. 현재까지 발견된 윈도우에서 활동하는 악성 스크립트는 VBScript, mIRC(Internet Relay Chat) Script, Java Script가 수적으로 가장 많으며, 그 외에 PHP Script, Corel Draw Script 등으로 작성된 악성 스크립트가 있다. 현재 가장 많이 만들어지고 피해를 많이 입히고 있는 악성 스크립트는 VBScript로 작성된 것들이다.

2002년 VBScript와 Java Script를 이용한 악성 스크립트는 1500개 이상이며, IRC(mIRC, PIRCH98) Script를 이용한 악성 스크립트는 400개 이상으로 악성 스크립트의 대부분을 차지하고 있다.

나머지 PHP Script, Corel Draw Script, Perl Script 등은 종류별로 10개 미만이다. 그리고 와일드-리스트에 따르면 전체 악성 코드 201개 중 21개가 악성 스크립트로 보고되고 있으며, 시만텍 사의 위험 리스트에 등재된 47개의 악성 코드 중 8개가 스크립트로 작성된 것으로 보고되고 있다.

현재까지 알려진 악성 스크립트들의 주된 전파 방법은 E-mail을 기반으로 하는 Outlook과 Outlook Express를 통한 전파, 특정 애플리케이션을 기반으로 한 IRC 클라이언트를 통한 전파, 네트워크 공유를 통한 전파, 로컬 파일을 감염시키는 전파, 특정 웹 사이트 접속을 통한 감염 등의 다양한 경로를 이용하여 전파 속도가 빠르고 피해

규모가 크며, 새로운 악성 스크립트의 출현 직후 변종이 많이 나타나는 특징을 보이고 있다.

B. 기존의 악성 스크립트 대응 기법

악성 여부를 판별하는 대응 기법에는 크게 코드 분석 방법과 행위 분석 방법으로 나뉠 수 있는데 코드 분석 방법에서는 이진 코드를 위한 기법들을 그대로 이용하거나, 소스 프로그램 형태인 스크립트에 적합하도록 다소간의 변형을 가한 기법을 적용하는 것이 일반적이고, 알려지지 않은 악성 코드를 탐지하기 위한 방법론들은 대부분 행위 분석 방법을 취하고 있다. 현존하는 악성 코드 탐지 기법들을 살펴보면 다음과 같다 [3].

1. 시그니처*(signature)* 탐지 기법

안티 바이러스 프로그램이 악성 코드를 탐지하는 방법들 중의 한 가지로서 사람들을 구분하기 위해 지문을 사용하여 구분하듯이 악성 코드가 가지고 있는 독특한 문자열인 시그니처 혹은 패턴을 이용하여 악성 코드를 탐지하는 방법이다.

따라서 악성 코드의 패턴을 많이 확보할수록 보다 많은 악성 코드를 탐지할 확률이 높아진다. 이러한 시그니처 탐지 기법을 수행하기 위한 방법은 악성 행위의 실행 코드에 대해 코드 처음부터 끝까지 실행 코드를 따라 가면서 진단하는 순차적 문자열 검사법과 파일을 전체 혹은 일부만을 검색해 특정 문자가 있는지 검사하는 특정 문자열 검사 방법으로 구분된다.

순차적 문자열 검사법은 검색 속도가 빠르다는 장점이 있다. 하지만 변형 바이러스를 탐지하는데 있어서 특정 문자열 검사법보다 떨어진다는 단점을 가지고 있다.

특정 문자열 검사법은 대부분의 안티 바이러스 프로그램에서 사용하는 방식으로 검색 속도는 다소 떨어지지만 변형 악성 코드를 쉽게 파악할 수 있는 장점이 있다. 하지만 이 기법은 정상 행위를 악성으로 탐지하는 긍정 오류가 상당히 높다는 단점을 가지고 있다[2,16].

2. 휴리스틱*(Heuristic)* 탐지 기법

대부분의 안티 바이러스 프로그램에서 적용하고 있는 시그니처 기법은 알려지지 않은 악성 코드를 탐지하기에는 역부족이다. 따라서 시그니처 검사 기법을 좀 더 보완하여 알려지지 않은 악성 행위를 탐지하기 위한 방법으로 휴리스틱 스캐닝 기법이 개발되고 있다.

휴리스틱 스캐닝 기법은 시그니처 기법과 유사하다. 그러나 휴리스틱 스캐닝 기법은 시그니처 검사 기법과 같이 특정 지문만을 찾는 방법 대신에 보통의 응용 프로그램에서 발견할 수 없는 어떤 특별한 명령이나 행위를 찾는다. 따라서 이러한 휴리스틱 기법을 이용하여 구현된 탐지 엔진은 알려지지 않은 새로운 악성 행위를 탐지하는데 이용될 수 있다.

휴리스틱 분석은 정적 분석과 동적 분석이 있는데, 정적 휴리스틱 분석은 알려지지 않은 악성 코드를 감지하는데 널리 사용되는 기법이다. 특정 시그니처만을 찾는 방법 대신에 보통의 응용 프로그램에서 발견할 수 없는 어떤 특별한 명령이나 행위를 찾는다.

정적 휴리스틱 분석 기법을 통하여 각 메소드 호출의 리턴 값과 파라미터 또는 문장 간의 관계를 고려하는 세밀한 분석을 통하여 악성 행위를 하는 방법이다.

그러나 실행 전에 수행되는 정적 분석의 한계로 인해 그 값이 실행 중에 일치함을 결정할 수 없는 데이터가 존재할 경우 틀린 부정을 발생하게 된다[5].

동적 휴리스틱 분석은 가상 기계를 구현한 에뮬레이터 상에서 해당 코드를 수행하면서 프로그램 수행 중에 발생하는 시스템 호출과 시스템 자원들에 발생하는 변화를 감시함으로써 악성 행위를 탐지하는 방법이다[4].

그러나 이를 위해서는 완전한 가상 기계 구현이 필요하다. 가상 기계는 하드웨어, 운영체제 뿐 아니라 관련된 시스템 객체 및 제반 환경을 모두 포함하여야 하므로 구현이 매우 어렵고, 부하 또한 큰 것으로 알려져 있다[14].

3. 무결성 검사

무결성 검사는 로컬 디스크에 존재하는 파일들 전체 또는 일부에 대하여 파일 정보 및 체크섬(checksum), 또는 해쉬 값(hash value)을 기록하여 두었다가 일정 시간이 지난 후 파일들이 변형되었는가를 검사하는 간접적인 악성 코드 대응 방식이다.

대표적인 예로 시리얼 전송에서 데이터의 신뢰성을 검증하기 위한 에러 검출 방법의 일종인 CRC(Cyclic Redundancy Check) 검사법이 있다.

CRC에 의한 방법은 높은 신뢰도를 확보하며 에러 검출을 위한 오버헤드가 적고, 랜덤 에러나 버스트 에러를 포함한 에러 검출에 매우 좋은 성능을 가지고 있는 것을 특징으로 한다. 이러한 에러 검출 방법을 이용하여 CRC 검사법에서는 악성 코드에 감염되기 전의 CRC-32를 생성 후 이를 검사 파일의 CRC-32값과 비교하여 악성 코드를 탐지한다.

무결성 검사법은 오진율이 낮다는 장점을 가지고 있지만 지정된 파일의 변형을 감지하는 방식이므로 적법한 내용의 변화가 예상되는 파일에 사용할 경우 높은 긍정 오류를 발생시킨다는 단점을 가지고 있다. 따라서 서버 상에서 악성 코드 또는 시스템 침입에 의한 변형을 감지할 목적으로 일부 시스템 파일들에 대해서 작용하는 것이 일반적이다[5,21].

C. 기존의 악성 스크립트 감지 체계와 문제점

일반적인 악성 코드 대응 기법들을 비교하여 보면 <표 2>와 같다.

<표 2> 악성 코드 대응 기법 비교 분석

		검색 속도	긍정 오류	틀린 부정
시그니처 탐지 기법	순차 문자열	빠름	×	○
	특정 문자열	빠름	○	×
휴리스틱 분석 기법	정적	보통	×	○
	동적	느림	×	×
무결성		빠름	○	×

알려지지 않은 악성 코드를 탐지하기 위해서는 휴리스틱 분석, 행위 차단, 또는 무결성 검사와 같은 방법을 병행하여야만 한다. 그러나 행위 차단 방식이나 무결성 검사 방식의 경우 모든 위험 행위 발생 또는 파일 변화를 악성 행위로 간주하므로 긍정 오류가 발생할 확률이 매우 높다.

특히, 무결성 검사 방식의 경우에는 악성 행위가 실행된 후에 감지 가능하다는 특징 때문에 적절한 백업 대책이 없다면 복구가 매우 어렵다.

휴리스틱 분석의 경우 스크립트의 실행 전에 악성 여부를 판단할 수 있으므로, 별도의 복구 대책이 없어도 어느 정도 악성 행위에 대한 대응이 가능하다는 장점으로 인해 많은 안티 바이러스들이 채용하고 있으나, 많은 현실적인 문제를 안고 있는 것이 사실이다.

즉, 정적 휴리스틱 분석은 프로그램의 모든 부분을 스캔할 수 있으므로 빠른 속도로 악성 행위의 존재 가능성을 파악하는 데는 유리하나, 동적으로 생성되는 자료들을 이

용할 수 없고 고의적으로 난해하게 작성된 코드에는 대응하기 어렵다는 단점을 가지고 있다.

반면에, 동적 휴리스틱 분석은 실제 실행 시 발생하는 자료를 활용하여 정확한 악성 코드 탐지를 할 수 있으나, 악성 코드 작성자가 이를 피하기 위해 특수한 조건에서만 악성 코드 블록이 동작하도록 만든 논리 트릭에 대응하기 어려우며 검사 시간이 오래 걸린다는 단점을 가지고 있다.

또한, 이진 파일 형태가 아닌 스크립트 악성 코드를 위한 에뮬레이터는 단순히 명령어 집합의 구현에 그치는 것이 아니라 운영체제와 각종 시스템 자원 및 객체 등 모든 제반 환경을 구현하여야 하므로 에뮬레이터의 작성이 매우 어렵고 에뮬레이션시의 부하 또한 크다.

따라서, 이러한 에뮬레이션 또는 에뮬레이션과 동적 분석과의 결합은 악성 코드 분석의 도구로서 이용되거나, 매크로의 이벤트 핸들러 프로시저와 같은 짧은 코드 블록의 분석에 이용되는데 그치고 있다.

이러한 제약들로 인해 기존 안티바이러스들은 알려지지 않은 악성 스크립트에 대해 두 가지 입장 중 하나를 취하고 있다.

첫 번째는 다소간의 오류를 감수하더라도 알려지지 않은 악성 스크립트를 감지하려는 접근이다. 이러한 경우 단순한 문자열 검색을 통한 정적 휴리스틱 분석을 수행하므로 검사 시간은 비교적 빠르나 감지 오류를 수반하게 된다.

두 번째 입장은 이러한 탐지 오류의 여지를 수용하기보다는 기존 악성 스크립트의 시그니처 매칭에 다소간의 융통성을 부여하여 알려진 악성 스크립트의 변종만을 감지하는 소극적인 자세를 취하는 것이다. 이와 같은 접근을 취하면 감지 오류는 낮을 수 있으나 알려지지 않은 악성 스크립트에 대한 대응이 어렵다. 특히, 많은 악성 스크립트들이 의도적으로 코드는 난해하게 작성하거나 암호화를 이용하여 감지를 어렵게 하고 있으며, 프로그램에는 실행 시간 중에만 그 값을 알 수 있는 많은 동적 자료들이 존재

한다는 점이 근본적 이유라 할 수 있다.

따라서 문자열 검색을 통해 위험한 코드를 분석하여 미리 정의된 각 개념들로 개념화(conceptualization)하고, 논리 트릭(logic trick)에 대비하기 위해서 간단한 제어 흐름 분석을 수행한 뒤 그 개념들 간의 세밀한 관계를 설정하고 실질적인 소스 코드에 대한 개념 그래프를 생성하여 미리 정의된 개념 그래프 사이의 유사도 측정을 통하여 정확하게 악성 행위에 대한 여부를 판별할 수 있는 시스템을 제안한다.

Ⅲ. 개념 그래프를 이용한 악성 스크립트 대응 체계

A. 대응 체계 개요

본 논문에서 제안하는 악성 스크립트 대응 체계는 현재까지 제안되었던 탐지 기법들의 단점을 극복하기 위해, 컴파일러 최적화 단계에서 사용되는 제어와 자료 흐름 분석 기법들을 개념 그래프를 통하여 접근 및 활용하여 악성 코드의 위험 여부를 정밀하게 검사한다.

이때, 악성 코드 패턴일 가능성이 있으나 일반적인 개념 그래프만으로는 확신하기 어려운 부분은 가중치 기반 시스템(weight-based systems)을 접목시켜 유사도 측정식을 통하여 악성 행위의 수행 여부를 검진한다. 또한, 악성 행위를 수행하지는 않지만 해당 소스 코드에서의 악성 행위와 유사한 코드의 패턴들에 대한 정보를 제공하여 해당 소스 코드의 악성 행위에 대한 위험성에 대해서 경고를 해줄 수 있게 하였다.

B. 개념 그래프

개념 그래프는 1984년부터 John F. Sowa의 연구로 활발하게 진행되어 왔으며, 국제적 표준 'ISO/IEC 14481 on Conceptual Schema Modeling Facilities'으로 제정되었다.

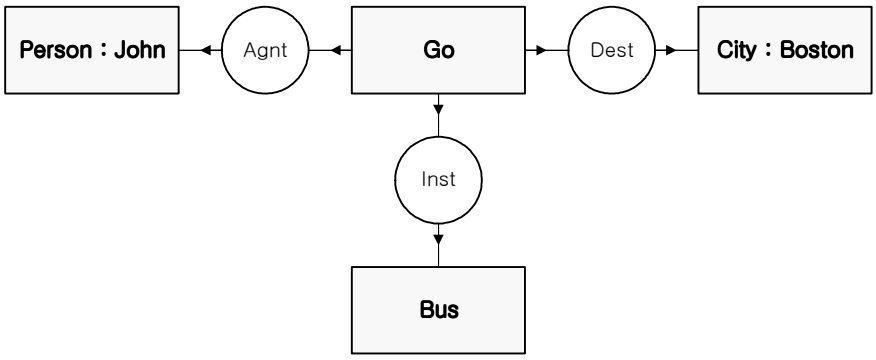
개념 그래프 기반의 시스템은 소프트웨어 명세와 모델링, 지식 표현, 자연 언어 생성과 정보 추출 등의 다양한 분야에서 사용되기 위해 고안된 이해력이 있는 논리 시스템(comprehensive logic system)이다[1].

또한, 개념 그래프는 언어 처리에 있어서 표준 논리의 결함을 보완하고 고안하고자 자연스러운 논리적 표시법으로 언어의 의미적 기초를 형성한다.

따라서 개념 그래프는 여러 의미망(semantic networks)을 통합한 지식 표현 언어(knowledge representation language)로 개념도식을 이용하여 논리적으로 간결하면서 자연어 수준의 표현력을 지니며, 인간이 쉽게 이해할 수 있으며, 컴퓨터에 의한 자연어 처리 등에서 쉽게 이용할 수 있는 형태로 의미를 기술할 수 있다[4,5].

문법적인 정의에 의해 작성된 프로그래밍 언어의 소스 코드는 복잡한 규칙을 가진 자연 언어보다 구문적으로 잘 정의되어 있어 표현하기 쉽고, 정의된 구문을 통하여 개념 그래프라는 형태로 기술하여 보다 쉽게 이해하고, 정확한 악성 코드와 그 유사한 부분(단편)을 탐지함에 있어서 좋은 결과를 얻을 수 있다.

예를 들어, "John is going to Boston by Bus"라는 문장을 개념 그래프로 표현하면 (그림 2)와 같다.



(그림 2) 개념 그래프

(그림 2)에서 직사각형으로 표시된 부분은 개념을 의미하며, 원으로 표시된 부분은 개념간의 관계를 나타내며, 각 노드들을 연결하는 지시선이 있다. ‘Agnt’, ‘Dest’, ‘Inst’는 관계를 의미하고, ‘John’, ‘Boston’, ‘Bus’는 개념을 나타내고 있다. ‘Person : John’의 표현은 ‘John’이 ‘Person’이라는 개념의 요소(instance)임을 의미한다. 따라서 위의 그래프는 세 가지의 의미를 갖는다.

- Go는 사람(Person)인 John을 행위자(Agnt)로 갖는다.
- Go는 도시(City)인 Boston을 목적지(Dest)로 갖는다.
- Go는 버스를 도구(Inst)로 갖는다.

(그림 2)의 개념 그래프를 선형 표기법으로 표시하면 <표 3>과 같다.

<표 3> 개념 그래프의 선형 표기법

```
[Go] -
   (Agnt) → [Person : John]
   (Dest) → [City : Boston]
   (Inst) → [Bus].
```

또한, 개념 그래프는 확장된 BNF 표기법인 CGIF(Conceptual Graph Interchange Format) 형태로 변환할 수 있다. <표 4>는 (그림 2)의 개념 그래프를 CGIF 형태로 표현한 예이다. 본 논문에서는 개념 그래프로 표현된 악성 코드를 CGIF 형태로 변환하여 유사도를 측정한다.

<표 4> 개념 그래프의 CGIF 표현

01	[City*a:'Boston']	05	(agent?d?c)
02	[Bus*b:'']	06	(dest?d?a)
03	[Person*c:'John']	07	(inst?d?b)
04	[Going*d:'']		

표현된 개념 그래프는 개념간의 유사도 측정이 가능하기 때문에 이를 이용하면 개념 그래프간의 의미적 유사성을 측정 및 비교가 가능하다. 따라서 본 논문에서는 스크립트 소스 코드에 대한 개념 그래프 표현과 개념 유사성을 측정하여 악성 행위를 판별할 수 있는 방법을 제시하고자 한다.

C. 악성 코드의 개념 그래프 표현

*1. VBScript*의 개념과 관계 정의

본 절에서는 VBScript의 구문 및 어휘 분석을 통한 개념화 방법 및 관계 정의에 대해서 기술한다.

악성 행위는 소스 코드내의 다양한 메소드 또는 메소드 시퀀스들의 조합으로 이루진다. 잘 정의된(well-defined) 문법에 따라 언어적 특징을 개념 그래프로 표현할 수 있도록 소스 코드의 독립적인 의미를 가지고 있는 다양한 토큰들을 개념화하는 과정이 필요하다. 즉, 개념화는 기술된 언어의 정확한 구문에 맞게 기술되어야하고, 언어의 구조와 개념적 관계에 적용되는 의미에 대한 정확한 분석 없이는 개념화가 불가능하기 때문에 언어의 모호함이 없이 정의되기 위해서는 개념에 대한 구문적, 의미적 정의가 필요하다.

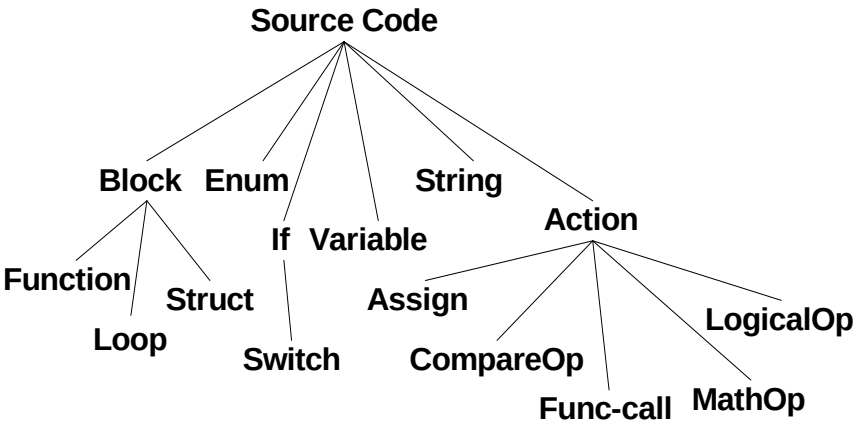
<표 5>는 자기 복제를 수행하고 이를 통하여 다양한 방법으로 복제된 악성 코드를 전파하는 악성 소스 코드의 일부를 보여주고 있다.

<표 5> 자기 복제 악성 VBScript 코드

```
01  On Error Resume Next
02  Set Obj_A = Createobject("scripting.filesystemobject")
03  Obj_A.copyfile wscript.scriptfullname, Obj_A.GetSpecialFolder(0)& "\ShakiraPics.jpg.vbs"
    Set Obj_B = CreateObject("WScript.Shell")
04  Obj_B.regwrite "HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Run\Registry",
    "wscript.exe"& Obj_A.GetSpecialFolder(0)& "\ShakiraPics.jpg.vbs %"
```

VBScript 소스 코드에서 악성 행위를 수행하기 위해 필요한 문법적 요소가 존재하는데, 악성 행위는 특정 메소드와 메소드의 특정 시퀀스로 구성되어짐을 알 수 있다. <표 4>를 살펴보면, '*Createobject*' 함수를 이용하여 자동화 개체에 대한 '*obj_A*' 개체를 생성한 후 '*copyfile*' 메소드를 통하여 지정된 특정 폴더로 자신의 코드 복제를 수행한다. 그리고 지정된 Registry의 시작프로그램 영역에 WSH(Windows Script Host)를 이용하여 쉘 명령어를 실행시킬 수 있도록 기록('*regwrite*')한다. 이와 같은 과정이 실행되면 해당 악성 코드는 E-mail이나 특정 애플리케이션을 통하여 다른 시스템으로 전파된다.

VBScript의 개념 그래프 표현을 위해서 우선 소스 코드의 개념과 관계 정의 과정이 필요하다. VBScript와 같은 프로그래밍 소스 코드 내에서의 개념과 관계 정의를 위해서 프로그래밍 언어를 구성하고 있는 요소를 (그림 3)과 같이 계층적으로 분류하였다. 본 논문에서는 각 계층 구조를 이루고 있는 구성 요소를 소스 코드의 개념으로 정의한다.



(그림 3) 프로그래밍 언어 구성 요소 계층 구조

앞에서 분류된 계층 구조를 기반으로 MSDN (Microsoft Developer Network Library)의 VBScript Language Reference를 참고하여 <표 6>과 같이 개념을 정의하였다.

<표 6> VBScript 소스 코드의 개념(concept) 정의

개념		설명	관련 문법
Procedure		문제를 해결하기 위하여 수행되는 일련의 작업 순서 및 과정	Sub, End Sub 등
Statement	Conditional	주어진 조건에 따라 서로 다른 방향으로 프로그램의 실행을 제어할 수 있도록 사용되는 문장	If…Then..else, Select Case 등
	Loop	주어진 일련의 명령어들을 반복해서 실행할 수 있도록 하는 프로그램의 문장	Do…Loop, While…Wend, For…Next 등
	Error	어떠한 연산이 수행되어야 한다고 예상된 방법으로 동작하지 않고 다른 방법으로 동작하는 것	On Error Resume Next, Error 등
Operator	Comparison	입력으로 전달된 두 개의 자료에 대한 크기를 비교하는 작업	‘<’, ‘=’, ‘< >’ 등
	Logical	논리 연산자들을 논리 변수에 적용하여 참 또는 거짓이라는 결과를 생성하는 연산	‘And’, ‘Or’, ‘Xor’ 등
	Arithmetic	실수 또는 정수 등과 같은 수치 데이터에 대한 사칙 연산	‘+’, ‘-’, ‘/’, ‘*’ 등.
	Concatenation	두 문자열을 결합하여 하나로 만드는 연산	‘&’, ‘+’ 등
Function		명확한 서비스를 수행하도록 지명된 하나의 프로시저	라이브러리 루틴
Assign		프로그램에서 기억 장소에 값을 할당하는 문장	‘+=’, ‘=’ 등
Procedure-Call		프로시저 호출	
Object		클래스의 인스턴스(instance)	
Method		클래스에 정의된 함수	
Properties		특정 Object가 지니고 있는 속성 또는 성질	
Arguments		함수를 호출할 때 함수의 작업을 위하여 함수에 전달되는 정보	
String		하나의 자료를 구성하기 위하여 일련의 문자들의 집합으로 구성된 정보	
Variable		프로그램에서 하나의 값을 저장할 수 있는 기억 장소의 이름	

또한, 소스 코드 내 개념 간의 관계를 정의하면 <표 7>과 같다. 예를 들면, 문법적 개념인 'Procedure'는 {Condition, Argument} 관계와 관련되어 있음을 나타내고 있다 [17].

<표 7> VBScript 소스 코드의 관계(relation) 정의

관계	정 의	관계 조건	
		상위 개념	하위 개념
Condition	분기 구문을 위한 조건	Conditional, Loop	Statements, Operator, Assign, Procedure(-Call), String, Variable 등
Contains	다른 개념을 포함하는 개념	*	*
Comment	주석	*	String
Return	반환값을 반환해주는 개념	Function, Method	Function, String, Variable 등

(* : 모든 개념들과 관계 조건을 포함하는 개념들의 집합)

2. *VBScript*의 개념 그래프 표현

VBScript 소스 코드를 개념 그래프로 표현하기 위해서 먼저 원시 소스 내에서 개념과 관계에 해당되는 문법 요소를 추출하기 위한 파싱 과정이 필요하다. 추출된 문법 요소는 정형화된 문법 구문에 따라 개념과 관계로 분류하여 개념 그래프로 표현한다. 예를 들면, VBScript의 'IF' 문에 대한 정형화된 구조는 <표 8>과 같다.

<표 8> 'IF' 구문 문법 구조

```
statement
→ if "("expr e")" statement s1 then
        concept1 := create concept(IF)
        connect_concepts(concept1, e, CONDITION)
        connect_concepts(concept1, s1, CONTAINS)
   (elseif statement s2)? then
        connect_concepts(concept1, e, CONDITION)
        connect_concepts(concept1, s2, CONTAINS)
   (else statement s3)?
        connect_concepts(concept1, s3, CONTAINS)
   end if
```

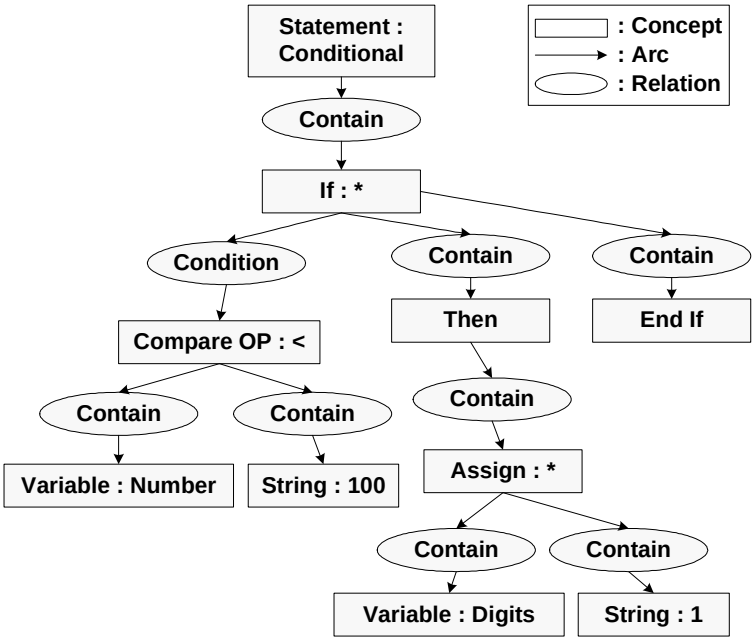
<표 9> 'IF' 구문의 예

```
If Number < 100 Then
   Digits = 1
End If
```

<표 9>와 같은 VBScript 소스 코드의 'IF' 구문을 본 논문에서 제시한 개념 그래프 표현 방법을 적용하여 도식화하면 (그림 4)와 같다.

(그림 4)에서 소스 코드 내의 조건 분기 개념인 'IF' 구문이 'Parameter', 'Condition',

‘Contain’ 등의 관계와 연결되어 있음을 알 수 있다.



(그림 4) ‘IF’ 문의 개념 그래프 표현

3. 악성 코드 패턴 정의 및 개념 그래프 표현

본 절에서는 악성 행위에 따라 악성 코드의 구문을 추출을 위해 정의된 개념과 관계에 기반하여 개념 그래프로 표현한다. VBScript로 기술된 악성 코드의 수행은 먼저 객체를 생성하고, 그 객체에 대한 메소드가 호출됨으로써 이뤄진다. 악성 코드 수행과 관련된 윈도우 객체는 네 가지가 있다.

- Scripting.FileSystemObject
- WScript.Shell
- WScript.Network
- Outlook.Application

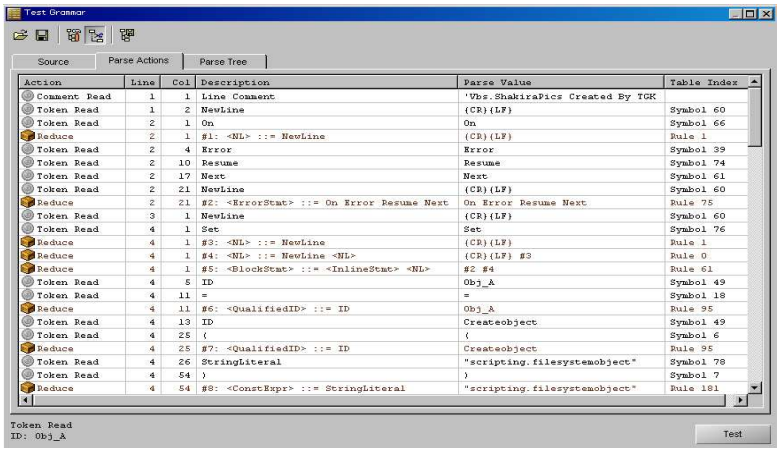
이 중에서 'Outlook.Application'은 Outlook이 설치된 시스템에만 존재하고 나머지 객체들은 WSH(Windows Script Host)가 설치되어 있는 시스템에 항상 존재한다. 대표적인 악성 코드인 'Love Letter'의 특징은 윈도우즈 Registry 조작, E-mail을 통한 복제, 특정 파일 삭제, 그리고 악성 HTML 파일 생성 등이다.

이러한 특정 악성 행위를 수행하는 코드를 분석하기 위해 악성 코드에 대한 개념과 관계를 생성하여 이를 개념 그래프로 표현한 후 시스템 적용에 필요한 정규 형식으로 변환한다. <표 10>의 악성 코드 샘플은 공통적으로 로컬 시스템 폴더에 자기복제를 수행하는 악성 코드들을 나열한 것이다. 이 샘플 코드를 참조하여 악성 코드의 일반적인 패턴을 개념 그래프로 표현한다. (그림 6)은 이를 정형화된 개념 그래프 형식으로 표현한 것이다. 또한, <표 10>은 악성 행위의 개념 그래프 표현에 필요한 개념들과 관계를 분류하기 위해 악성 행위와 관련된 소스 코드를 토큰 단위로 분류하는 과정이다. 'Statements' 개념과 자기 복제를 수행하는 'Method' 그리고 이 메소드를 포함하고 있는 'Arguments'에 대한 개념으로 분류하여 이들 사이의 관계를 이용하면, (그림 6)과 같이 자기 복제 악성 코드를 개념 그래프로 표현할 수 있다.

<표 10> '자기복제' 악성 코드 패턴

악성코드 *Sample 1*	On Error Resume Next *Set Obj_A = Createobject("scripting.filesystemobject")* Obj_A.*copyfile wscript.scriptfullname*, Obj_A.*GetSpecialFolder(0)*& -"\xxx.jpg.vbs"
악성코드 *Sample 2*	main = "c:\www.symantec.com.vbs" *Set maincopy = CreateObject("Scripting.FileSystemObject")* maincopy.*CopyFile WScript.ScriptFullName*, main
악성코드 *Sample 3*	*Set fso = CreateObject("Scripting.FileSystemObject")* Set dirwin = fso.*GetSpecialFolder(0)* Set dirsystem = fso.*GetSpecialFolder(1)* Set dirtemp = fso.*GetSpecialFolder(2)* Set c = fso.*GetFile(WScript.ScriptFullName)* c.Copy(dirsystem&"\MSKernel32.vbs") c.Copy(dirwin&"\Win32DLL.vbs") c.Copy(dirsystem&"\Very Funny.vbs") …

VBScript 소스 코드를 개념 그래프로 표현하기 위해서는 원시 소스 내에서 개념과 관계에 해당되는 문법적 요소를 추출하기 위한 파싱 작업이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 (그림 5)와 같이 자동적으로 VBScript를 파싱하여 문법 요소를 추출하는 파서 프로그램을 제작하여 활용하였다.



(그림 5) VBScript 파서 프로그램

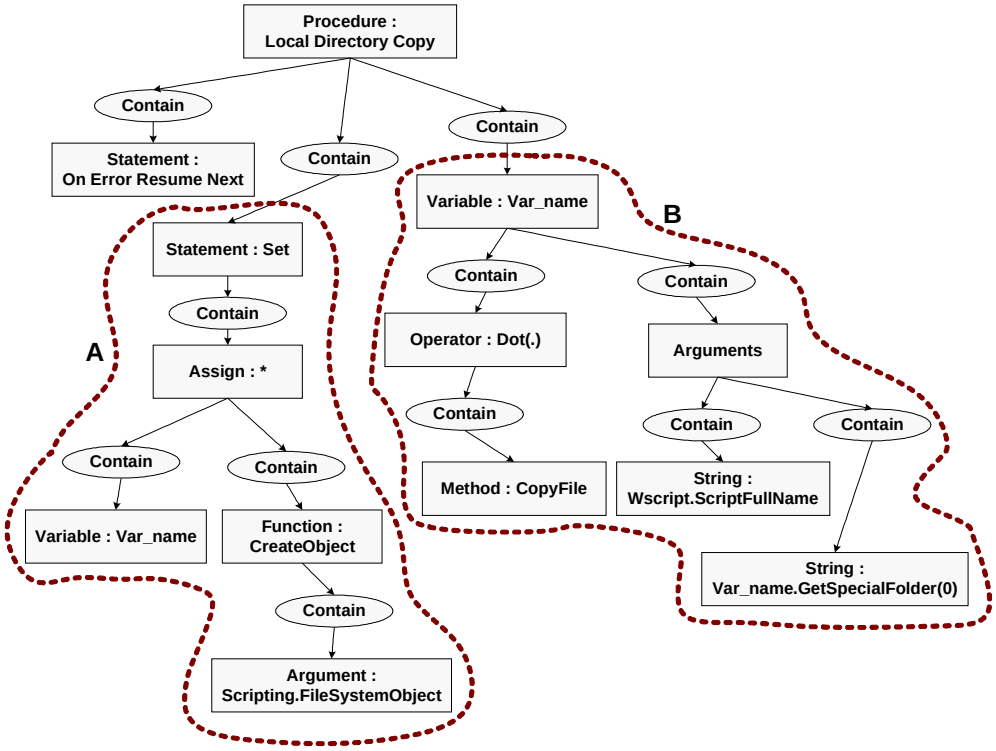
추출된 문법 요소는 정형화된 문법 구문에 따라 개념과 관계로 분류하여 개념 그래프로 표현된다.

VBScript로 기술된 악성 코드가 악성 행위를 수행하기 위해서는 먼저 객체를 생성하고 그 객체에 대한 메소드를 호출한다. 제안된 개념 그래프 표현 방법을 이용하여 정의된 코드에 대한 개념과 관계를 설정한다. VBScript에서 다수의 메소드 호출과 악성 행위를 위한 코드들 간의 정의를 구조적으로 분석하여 개념 그래프로 표현하였다.

<표 11> 악성 코드의 개념적 토큰 분류

Statements	*Method Arguments*
Set, Obj_A, Createobject, scripting.filesystemobject	ObjA.copyfile, wscript.scriptfullname, Obj_A.GetSpecialFolder(0), \x.jpg.vbs
Set, maincp, Createobject, scripting.filesystemobject	maincp, WScript.ScriptFullName, main, c:\www.symantec.com.vbs
Set, fso, Createobject, scripting.filesystemobject	fso.GetFile, WScript.ScriptFullName, c.copy, dirsystem, \MSKernel32.vbs

(그림 6)은 자기 복제를 수행하는 악성 코드가 자신의 코드를 로컬 시스템에 복제하는 프로시저를 개념 그래프로 표현한 것으로 악성 행위를 수행하기 위해 개념인 'Statements'(A 영역)와 이를 이용하여 복제를 수행하는 개념인 'Method'(B 영역)를 포함하고 있음을 알 수 있다. 'Statements : Set'을 통하여 악성 행위에 사용할 개념을 생성하고, 이를 'Method : CopyFile' 개념을 이용하여 악성 코드의 위치와 복제를 수행할 위치를 지정한다. 위와 같은 방법을 이용하여 다양한 형태로 존재하는 악성 코드를 개념 그래프로 표현하면 소스가 변형된 악성 코드나 새로운 악성 코드가 발생하더라도 개념적인 악성 행위의 인식이 가능하다.



(그림 6) '자기복제' 악성 코드 개념 그래프

Ⅳ. 악성 코드 탐지를 위한 유사도 측정

A. 일반적인 개념 그래프 유사도 측정 방법

1. 연관계수*(association coefficient)*를 이용한 유사도 측정 방법

정보 검색에서 널리 사용되고 있는 클러스터링(clustering) 알고리즘에서 유사도 측정을 위해서 사용되는 방법 중 연관계수를 이용한 측정 방법이 있다.

연관계수는 비교하고자 하는 두 대상을 표현하고 있는 속성간의 일치정도를 측정하는 방법으로 개념간 유사도 측정 기반의 정보 검색 분야에서 널리 이용되고 있다. 대표적인 연관계수로는 자카드 계수(jaccard coefficient), 다이스 계수(dice coefficient), 허만 계수(hamann coefficient) 등이 있다.

본 절에서는 연관계수 중 일반적으로 사용되고 있는 다이스 계수를 이용한 개념 그래프 유사도를 측정하는 방법에 대해서 알아보았다. 기본적으로 사용되는 다이스 계수는 (식 1)과 같다.

Dice coefficient :

$$S_{D_1, D_2} = \frac{2n(D_1 \cap D_2)}{n(D_1) + n(D_2)} \qquad \text{(식 1)}$$

여기서 사용된 D_i 비교하고자 하는 문서를 표현하고, $n(D_i)$는 D_i에 포함된 원소의 개수이고 $n(D_i \cap D_j)$는 D_i와 D_j가 공통으로 포함된 원소의 개수이다. 즉, 정보 검색에서 검색하고자 하는 정보와 공통된 속성간의 일치정도를 측정하는 방법이다. 이를 개념 그래프에 적용하면 (식 2)와 (식 3)이 유도된다.

개념 유사도(conceptual similarity) S_c :

$$S_c = \frac{2n(G_c)}{n(G_1) + n(G_2)} \qquad \text{(식 2)}$$

(식 2)에서의 $n(G_1)$은 개념 그래프 G_1의 개념 노드의 개수를 의미하며, $2n(G_c)$는 개념 그래프 G_1과 G_2에서 공통으로 포함되는 개념 노드의 개수이다.

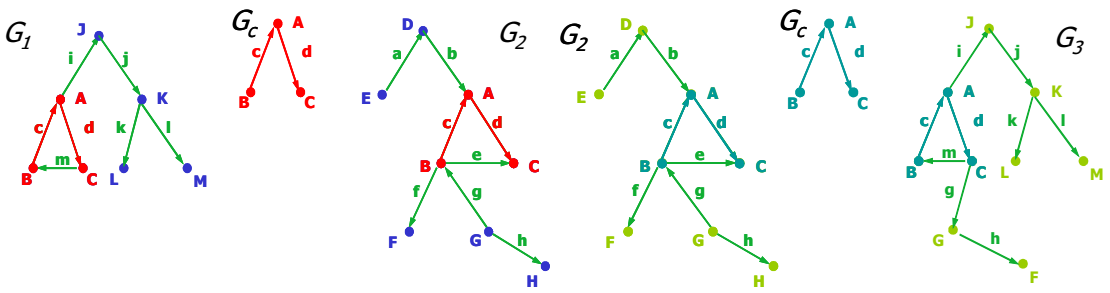
관계 유사도(relational similarity) S_r :

$$S_r = \frac{2m(G_c)}{m_{G_c}(G_1) + m_{G_c}(G_2)} \qquad \text{(식 3)}$$

(식 3)에서의 $m(G_c)$는 개념 그래프 G_c의 관계 노드의 개수를 의미하며, $m_{G_c}(G_i)$는 개념 그래프 G_i에서 G_c에 관련된 관계 노드의 개수이다.

따라서 개념 그래프를 구성하는 2개의 요소인 개념과 관계에 대한 유사도 측정식이 위와 같이 유도되고, 총체적으로 누적된 유사도 측정값 S를 유도하였다.

구성 요소들에 의하여 각각 비례적으로 누적되는 측정에 따라 유사도 값이 증가하기 때문에 $S = S_c \times S_r$ 로 정의하였다. 연관계수를 이용한 개념 그래프 유사도 측정식을 기반으로 개념 그래프 유사도 측정을 하였다.



(그림 7) 동일한 개념을 포함하고 있는 다양한 형태의 개념 그래프

(그림 7)에서 G_1은 악성 행위를 수행하는 소스 코드 중에서 핵심 코드만을 개념 그래프로 표현한 것이고, G_2는 일반적으로 정의된 악성 행위에 대한 총체적인 개념 그래프로 표현하였고, G_3는 G_2에서 사용된 악성 코드의 개념들을 이용하여 정상적인 행위를 수행하는 개념 그래프로 표현한 것이다.

<표 12>는 G_2를 기준으로 각각의 그래프 G_1과 G_2를 연관계수를 이용한 유사도 측정식을 통하여 측정한 결과이다.

<표 12> 연관계수를 이용한 개념 그래프간의 유사도 측정 결과

Graph	G_2	S_c	S_r	S
G_1	G_c	0.4	0.4	0.16
G_3	G_c	0.35	0.36	0.12

다이스 계수를 이용하여 연관계수 측정을 통한 결과를 분석하여 보면, 소스 코드 검색에는 적합할지라도 실제 소스 코드가 수행하게 되는 행위를 탐지하는 데에는 부적절한 문제점이 있음을 알 수 있었다.

자연어 처리와 같이 공통적인 의미를 포함하고 있는 단위들을 개념화하여 이와 유사

한 개념들의 집합을 통하여 검색을 한다면 목적에 맞는 유사도 측정 결과를 얻을 수 있겠지만, 실제로 하나의 개념이 포함하고 있는 참조대상들은 여러 가지가 존재하고, 각 개념들과 연결되는 관계들에 따라 수행하는 행위가 달라지기 때문이다.

즉, 악성 행위를 하는 소스 코드 탐지를 목적으로 개념 그래프 G_1와 G_2의 유사도를 측정한 결과, 간단한 명령어로 구성된 악성 코드와 공통적으로 수행되는 악성 코드 부분이 있음에도 총체적인 유사도 측정값은 불필요한 개념들과 관계들이 많이 있을 경우 탐지하고자 하는 목적에 접합하지 않은 결과를 보이게 됨을 알 수 있다.

또한, G_2와 G_3의 유사도를 측정하였을 경우에는 악성 행위 그래프와 구조적으로 다르지만 실제 스크립트 특성상 구조적인 변형이나 사용된 개념의 참조대상과 관계들이 문법적인 오류가 없을 경우 수행이 가능하기 때문에 공통된 G_c와 관련이 없더라도 포함한 유사도 측정이 필요하다.

개념 그래프를 구성하는 개념과 관계들의 세밀한 분석을 하지 않고 단순한 개념과 행위에 관련된 관계들의 개수를 이용하게 된다면 동일한 개념들을 이용하여 표현된 각기 다른 개념 그래프가 있을 경우에는 높은 긍정 오류를 수반하게 되는 문제점이 발생하게 된다.

따라서 개념 그래프의 구조적 정보를 기반하여 유사도를 측정하는 방법보다는 개념 그래프의 구성 요소들 간의 개념적 유사도를 기반하여 악성 코트 탐지에 활용하는 것이 적합하다.

2. 개념적 유사도 기반의 유사도 측정 방법

개념적 유사도 측정 방법은 많은 정보로부터 소스 코드를 검색하기 위해서 제안된 기법이다. 이 방법은 소스 코드의 개념적 모델링에 기반을 두고 있다.

소스 코드와 표준의 정보 거리 측정을 위한 그래프들로부터 얻어지는 정보를 통하여 가중치를 부여한다. 즉, 개념들의 정보가 포함하고 있는 의미를 분석하여 그래프들의 실제의 구조를 비교하는 대신에, 그래프들 구성 요소들을 비교한다.

이를 통한 유사도 측정식은 다음과 같은 과정을 통하여 유도된다.

$(w_c^t(c))$개념 형(concept type)의 정보의 중요도에 의하여 부여되는 가중치이고, 동일한 개념 형과는 고정적이다. $(w_c^r(c))$은 참조대상(referent)의 가중치는 개념에 의해서 정의되는 정보의 가중치에 비례한다.

총제적인 개념의 가중치는 이전의 2개의 구성 요소들 곱에 의해서 부여된다.

비슷한 방법으로, 관계 가중치$(w_r(r))$는 관계 형(relation type)의 중요성과 관련되는 가중치이다.

이를 통하여 개념 그래프들의 구성 요소들 간의 유사도 측정을 위해 개념 형들의 유사도와 참조대상의 유사도 그리고 개념적 유사도 측정을 위한 (식 4), (식 5), (식 6)을 정의한다.

$$sim_c^t(c_i, c_j) = c_i^t \cdot c_j^t \text{ : 개념 형 유사도} \quad \text{(식 4)}$$

$$sim_c^r(c_i, c_j) = c_i^r \cdot c_j^r \text{ : 참조대상 유사도} \quad \text{(식 5)}$$

$$sim(G_1, G_2) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} sim(c_i^t, c_j^t) \cdot sim(c_i^r, c_j^r) \cdot w(c_i) \cdot w(c_j) \quad \text{(식 6)}$$

<표 13> 개념 형과 참조대상간의 유사도

G_1		G_2	
개념 : 참조대상	값	개념 : 참조대상	값
[Loop *a : '*']	1	[Loop *a : '*']	1
[Block *b : '*']	0.5	[String *b : 'terminate']	0.9
[String *c : 'kill']	0.45		
$sim(c_i^t, c_j^t)$		$sim(c_i^r, c_j^r)$	
개념 형 : 개념 형	값	참조대상 : 참조대상	값
sim(Loop, Loop)	1	sim(*, *)	1
sim(Loop, String)	0.1	sim(*, terminate)	0.5
sim(Block, Loop)	0.1	sim(*, *)	1
sim(Block, String)	0.1	sim(*, terminate)	0.5
sim(String, Loop)	0.1	sim(kill, *)	0.5
sim(String, String)	1	sim(kill, terminate)	0.9

<표 13>에서 계산된 개념 형과 참조대상 사이의 유사도 측정값을 기반으로 두 그래프 G_1, G_2 사이의 유사도를 측정한다.

$sim(G_1, G_2)$

= sim([Loop:*],[Loop:*]) · [Loop:*] · [Loop:*]

+ sim([Loop:*],[String:sleep]) · [Loop:*] · [String:sleep]

+ sim([Block:*],[Loop:*]) · [Block:*] · [Loop:*]

+ sim([Block:*],[String:sleep]) · [Block:*] · [String:sleep]

+ sim([String:wait],[Loop:*]) · [String:wait] · [Loop:*]

+ sim([String:wait],[String:sleep]) · [String:wait] · [String:sleep]

= 1.5045

측정 결과에서 알 수 있듯이 일반적인 그래프에서 적용하는 가중치를 부여한 결과 유사도 측정값이 1을 넘어가는 예외가 발생하게 되었다. 이는 기본적인 유사도 측정 결과가 상한 값과 하한 값 사이의 기준으로 하는 탐지에 활용하기에 부적절함을 알 수가 있다.

이는 개념 그래프를 악성 코드 탐지에 접목 시켰을 때 일반적인 그래프의 구조와는 달리 관계가 있는 개념들에 포함되는 정보들로 각 개념들 노드의 확장이 가능한 소스 코드의 성질을 고려하지 않고 일반적인 분야에서 사용되는 유사도 측정식을 기반으로 하였기 때문에 생기는 문제점이다.

특정한 행위를 수행하기 위한 스크립트 소스 코드에서 그 행위를 기반으로 하는 코드가 관련된 개념과 관계들에 의하여 정상적인 행위를 수행하거나 또는 악성 행위를 수행하는 코드가 포함될 수 있다는 점이다.

이와 같은 문제점은 확장된 정보는 수행하는 행위와 관련하여 중요성에 따라 가중치를 부여하는 것에 의해 동일한 개념들 사이의 참조대상을 고려한 유사도 측정을 통하여 탐지가 가능하다.

본 논문에서는 기존의 유사도 측정식을 바탕으로 하여 개념 그래프 기반의 악성 코드 탐지에 적합하도록 유사도 측정을 할 수 있는 방법을 제안한다.

B. 개념 그래프 기반의 악성 코드 탐지를 위한 유사도 측정

1. 개념 그래프 기반의 시스템 유사도 측정

개념 그래프 기반의 시스템은 다양한 분야에서 사용되기 위해 고안된 이해력이 있는 논리 시스템(comprehensive logic system)이다. 이 분야들은 구현(implementation)하거나 수학적(mathematical) 또는 언어적(linguistic)인 여러 가지 문제들에 대처해야 한다.

개념 그래프의 발명 이후, 많은 저자들은 수학적 논리의 관점으로부터 개념 그래프를 논의해왔다. 그러나 개념 그래프의 복잡함 때문에 총체적인 시스템의 수학적인 정의는 존재하지 않는다. 그 대신에 시스템의 다른 단편들은 수학적으로 정의되고 연구되었다[1].

따라서 개념 그래프는 다양한 방법들로 정의되고 표현된 여러 가지의 그래프 형식들, 의미론, 계산법들의 형태와 개요를 따르는 것이 일반적이다.

본 논문에서는 유사도 측정을 위하여 현재까지 연구되어진 다양한 방법의 유사도 측정 방법을 이용하여 악성 코드 탐지에 가장 적합하고 효율적인 방법을 제안한다.

2. 유사도 측정을 위한 악성 코드의 *CGIF* 변환

먼저 개념 그래프로 표현된 악성 코드의 유사도를 측정하기 위해 CGIF로 변환한다. CGIF에서 사용하는 '[ ]' 기호는 개념을 의미하고, 개념 형(concept type)은 '*' 기호로 표시하며, 참조대상(referent)은 ' ' 기호로 표시한다.

또한, 개념과 관계의 구분은 ':' 기호를 사용하고, '( )' 기호는 관계를 의미하며, '?' 기호는 관련된 개념 사이의 관계를 표현한다.

(그림 8)은 개념 그래프 편집기인 'CharGer v3.4'를 이용하여 (그림 6)의 개념 그래프를 CGIF 형태로 변환한 것이다.

(그림 8) '자기 복제' 개념 그래프의 CGIF 표현

3. 제안하는 유사도 측정 방법

VBScript를 개념 그래프를 이용하여 표현하고 유사도 측정을 위하여 개념 그래프의 요소들을 CGIF로 변환하여 이를 통해 악성 코드의 존재 여부 판별과 변형된 악성 코드의 위험률을 수치화할 수 있다.

악성 행위 판별을 위해서 각 개념들에 대한 가중치를 부여하여 유사도 측정에 활용한다. 악성 코드의 특징을 고려하여 개념 그래프의 문법적 요소에 대한 가중치를 부여한다. 악성 코드의 특징에 따른 가중치를 고려하지 않고 유사도를 측정하면 정상적인 코드를 악성 코드로 인식하는 긍정 오류가 발생할 가능성이 높다.

또한, 일반적으로 사용되는 개념 그래프 유사도 측정식은 정보 검색을 목적으로 하고 있기 때문에 악성 행위를 탐지하기 위해 정의된 개념과 관계를 이용하여 표현된 개념 그래프에 적용하였을 경우 유사도 측정 결과의 값이 기준치 이상의 값이 나오는 예외가 발생하였다.

따라서 본 논문에서는 스크립트 형태의 특수성을 고려하여 각 개념들에 가중치를 부여하고 기존의 유사도 측정 방법을 바탕으로 악성 행위에 사용된 각 개념들 사이의 정의된 우선순위에 따른 의미적 관계를 분석하여 관계 가중치를 적용하여 악성 행위 탐지를 위한 개념 그래프 기반 유사도 측정식을 유도하였다.

유사도 측정식을 유도하기 위해서는 3단계 과정을 거친다.

먼저 첫 번째 단계에서는 개념 그래프의 구성 요소인 개념 형과 참조대상에 대한 값을 측정하고, 두 번째 단계에서 기본적인 개념 그래프의 유사도를 유도한 후, 세 번째 단계에서는 정의된 개념과 참조대상, 그리고 관계에 적합한 최적의 가중치를 적용하여 악성 행위에 필수적으로 나타나는 개념들의 빈도수에 따라 가중치가 부여된다.

이러한 과정을 토대로 유사도 측정식을 유도하여 탐지에 활용하였다.

단계 *1* : VBScript의 개념 그래프 요소 중 개념 형과 참조대상에 대한 관계식을 정의한다. 먼저 개념의 구성 요소인 개념 형(concept type)은 c_1^t로 참조대상(referent)은 c_1^r로 표기한다.

하나의 개념인 c_1은 c_1^t, c_1^r의 두 가지 구성요소의 곱을 값으로 가지게 되는데, 개념 형 c_1^t는 <표 14>를 토대로 개념의 중요도에 따라 부여되는 값이고, 참조대상 c_1^r은 개념을 포함하고 있는 노드를 의미한다.

<표 14> 개념 중요도에 대한 우선순위

순위	개념	순위	개념
1	Procedure	7	Assign
2	Procedure-Call	8	Operator
3	Function	9	Properties
4	Object	10	Arguments
5	Method	11	Variable
6	Statement	12	String

따라서 개념 c_1은 (식 7)과 같이 개념 형과 참조대상을 기반으로 표현할 수 있다.

$$c_1 = c_1^t \times c_1^r \qquad \text{(식 7)}$$

- c_1^t : 개념 형, c_1^r : 참조대상

단계 *2* : 개념 c_1와 c_2사이의 개념 형 유사도와 참조대상 유사도는 단계 1에서 제시한 개념 c를 이용하여 (식 8)과 같이 정의하였다.

$$sim(c_1^t, c_2^t) = c_1^t \cdot c_2^t \text{ : 개념 형 유사도}$$
$$sim(c_1^r, c_2^r) = c_1^r \cdot c_2^r \text{ : 참조대상 유사도} \qquad \text{(식 8)}$$

(식 8)을 참조하여 두 개념 그래프 G_1, G_2사이의 전체 유사도는 (식 9)와 같이 정의할 수 있다.

$$sim(G_1, G_2) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} sim(c_i^t, c_j^t) \cdot sim(c_i^r, c_j^r) \cdot w(c_i) \cdot w(c_j) \qquad \text{(식 9)}$$

개념 그래프 G_1에 포함된 개념 집합을 $\{c_1, c_2, \cdots, c_n\}$, G_2가 포함하고 있는 개념 집합을 $\{c_1, c_2, \cdots, c_m\}$이라고 할 때 각 개념들의 요소인 개념 형 유사도와 참조대상 유사도를 곱한 값에 각 개념들의 값을 곱해 준다.

(식 9)를 토대로 개념 그래프의 개념 간 유사도를 측정하게 되면 두 개념 그래프 G_1, G_2가 동일한 그래프라면 측정값은 '1'로 나타나고, 반대로 유사한 부분이 없는 경우에는 '0' 값이 결과로 계산되어야 하는데, 기준치를 초과하게 되는 결과가 나오게 된다.

따라서 단계 3에서 관계 가중치를 고려한 악성 코드 탐지를 위한 개념 그래프 기반의 유사도 측정을 할 수 있다.

단계 *3* : 단계 2에서 유도된 측정값은 일반적인 개념 그래프를 대상으로 하였음으로 본 논문에서 제시한 악성 코드에 대한 유사도 측정은 악성 코드와 관련된 개념의 빈도수를 고려하여 각 개념들 사이의 정의된 우선순위에 따른 의미적 관계를 분석하여 관계 가중치를 적용하였다.

관계 가중치는 $w(r)$로 표기한다.

따라서 악성 코드에서 중요하게 사용되는 개념 사이의 관계를 고려하여 최종적으로 악성 코드에 적용할 수 있는 유사도 측정값을 유도한다.

유사도 측정 시 사용되는 관계 가중치는 악성 코드에서 악성 행위와 밀접하게 관련된 개념과 관계의 중요도를 나타낸다. 각각의 개념 사이의 관계가 같더라도 관계 가중치에 따라 악성 코드의 측정값은 정상적인 코드에 비해 높게 나타날 확률이 크다.

단계 2에서 유도된 (식 9)는 <표 15>에서 제시된 관계 가중치를 고려하여 최종적으로 악성 코드 개념 그래프 G_1, G_2에 대한 유사도 측정이 이루어진다. 이를 이용한 최종적인 유사도 측정식은 (식 10)과 같다.

$$fsim(G_1, G_2) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} sim(c_i^t, c_j^t) \cdot sim(c_i^r, c_j^r) \cdot w(r_i) \cdot w(c_i) \cdot w(r_j) \cdot w(c_j) \qquad \text{(식 10)}$$

- c_1^t : 개념 형, c_1^r : 참조대상
- $w(r)$: 관계 가중치

<표 15> 관계 가중치를 이용한 유사도

G_1		G_2	
개념 : 관계항	가중치	개념 : 관계항	가중치
[Loop *a : '*']	1	[Loop *a : '*']	1
[Block *b : '*']	0.5	[String *b : 'terminate']	0.9
[String *c : 'kill']	0.45		
관계	가중치	관계	가중치
(Contain?a?b)	0.75	*(Contain?a?b)*	0.95
(Contain?b?c)	0.475		

(식 10)에서 제시된 최종식을 기반으로 두 그래프 G_1, G_2 사이의 악성행위에 대한 유사도 측정값을 계산한다.

fsim(G_1, G_2)

= sim([Loop:*],[Loop:*]) · [Loop:*] · [Loop:*] · (Contain?a?b) · *(Contain?a?b)*

+ sim([Loop:*],[String:sleep]) · [Loop:*] · [String:sleep] · (Contain?a?b) · *(Contain?a?b)*

+ sim([Block:*],[Loop:*]) · [Block:*] · [Loop:*] · (Contain?a?b) · (Contain?b?c) · *(Contain?a?b)*

+ sim([Block:*],[String:sleep]) · [Block:*] · [String:sleep] · (Contain?a?b) · (Contain?b?c) · *(Contain?a?b)*

+ sim([String:wait],[Loop:*]) · [String:wait] · [Loop:*] · (Contain?b?c) · *(Contain?a?b)*

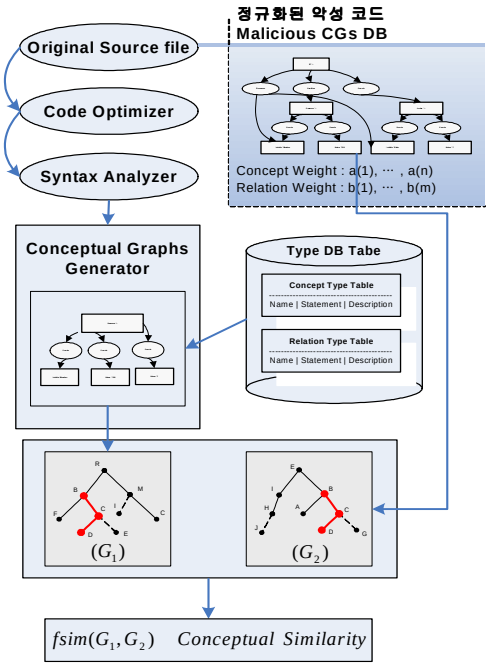
+ sim([String:wait],[String:sleep]) · [String:wait] · [String:sleep] · (Contain?b?c) · *(Contain?a?b)*

= 0.9437

V. 실험 및 평가

A. 시스템 설계

본 논문에서 제안하는 개념 그래프 기반의 악성 코드 탐지 시스템의 전체 구성은 (그림 10)과 같이 개념 그래프 생성 모듈과 개념적 유사도 측정 모듈로 구성된다.



(그림 10) 시스템 전체 구조

개념 그래프 생성 모듈은 입력된 원시 코드를 구문 분석을 통하여 분류된 단위(토큰)들을 개념과 관계 테이블을 참조하여 개념 그래프로 개념화하는 과정을 실행한다. 또한, 개념적 유사도 측정 모듈은 개념 그래프와 정의된 개념 가중치와 관계 가중치를 통하여 개념 그래프 간의 유사도를 측정하여 개념적 유사도를 기준으로 악성 행위 여부를 판별한다.

B. 테스트 베드*(Test Bed)* 환경

본 논문에서 제안하는 개념 그래프 기반의 악성 코드 탐지 시스템의 테스트 베드는 <표 16>과 같은 환경에서 실험 및 평가를 하였다.

입력된 원시 코드의 구문 분석 과정을 위하여 제작된 구분 분석기를 개념 그래프 생성 모듈에 포함시켰으며, 개념적 유사도 측정 모듈에 사용되는 CGIF를 자동화하기 위하여 개념 그래프 에디터를 활용하였다.

<표 16> 테스트 베드(Test Bed) 환경

구 성		구성내용
Virtual Machine		VMWare Workstation Version 4.5.2
Operating System		Windows XP Professional / SunOS 5.8
H/W	CPU	Pentium-4 2.8(c)
	MEM	DDR2 512
Language		VBScript, VC++, Java
Parser Builder		GOLD Parser Builder Version 2.6.2
CGs Editor		CharGer Version 3.4β

C. 실험 및 평가

본 장에서는 개념 그래프를 이용한 악성 코드 유사도 측정식을 이용하여 악성 코드를 탐지하는 방법에 대한 실험 및 평가를 기술한다.

실험에 사용된 총 150개의 샘플들은 Microsoft 社의 운영체제인 Windows의 'Outlook.Application' 개체를 이용하여 주소록 참조 및 메일 전송을 수행하는 악성 코드를 탐지하기 위해서 제작 및 수집하였다.

현재 인터넷에 유포되고 있는 악성 코드들과 자체적으로 수집한 악성 코드 샘플들 100개, 알려지지 않은 형태의 악성 코드에 대한 샘플 30개는 'VBScript Worm Generator' 프로그램을 이용하여 제작하고 특정한 프로그램이 아닌 자체적으로 제작한 샘플들로 구성되었다. 그리고 일반적인 행위를 하는 샘플들 20개를 실험에 활용하였다.

제안하는 기법과 현재 상용화된 프로그램들과의 기본적인 탐지율을 평가하기 위해서 알려진 악성 행위에 대한 샘플들을 'A 그룹'으로 그룹화 하였다.

틀린 부정 즉, 악성 코드임에도 불구하고 탐지하지 못하는 문제점에 대한 실험을 위하여 알려지지 않은 악성 코드 샘플들을 'B 그룹'으로 그룹화 하였다.

마지막으로 긍정 오류에 대한 문제점을 실험하기 위하여 악성 행위에 빈번하게 사용되는 코드를 이용하여 실제로는 악성 행위를 수행하지 않는 정상적인 주소록 참조 기능이 포함된 샘플들을 'C 그룹'으로 나누어 비교・분석하였다.

<표 17> ‘E-mail 전송’ 악성 코드 CGIF

01 :	[String*a:‘0’]	24:	[String*x:‘i’]
02 :	[Statement*b:‘Set’]	25:	[Statement*y:‘Set’]
03 :	[Variable*c:‘NoteItem’]	26:	[Varialbe*z:‘ObjApp’]
04 :	[Object*d:‘ObjApp’]	27:	[String*aa:‘Outlook’]
05 :	[ReferenceOP*e:‘.’]	28:	[Function*ab:‘CreateObject’]
06 :	[Variable*f:‘AddrList’]	29:	[ReferenceOP*ac:‘.’]
07 :	[Object*g:‘AddressLists’]	30:	[Object*ad:‘NoteItem’]
08 :	[Statement*h:‘Set’]	31:	[Method*ae:‘Add’]
09 :	[Object*i:‘ObjNS’]	32:	[Object*af:‘Attachm’]
10 :	[Object*j:‘NoteItem’]	33:	[ReferenceOP*ag:‘.’]
11 :	[Object*k:‘AddressEntries’]	34:	[Method*ah:‘Send’]
12 :	[Variable*l:‘ObjNS’]	35:	[Object*ai:‘NoteItem’]
13 :	[Variable*m:‘CurrentAddr’]	36:	[Property*aj:‘Attachments’]
14 :	[Object*n:‘Addr’]	37:	[Variable*ak:‘Attachm’]
15 :	[Statment*o:‘Set’]	38:	[Statement*al:‘Set’]
16 :	[ReferenceOP*p:‘.’]	39:	[ReferenceOP*am:‘.’]
17 :	[Properties*q:‘To’]	40:	[Method*an:‘CreateItem’]
18 :	[ReferenceOP*r:‘.’]	41:	[ReferenceOP*ao:‘.’]
19 :	[Object*s:‘ObjApp’]	42:	(Contain?ai?am)
20 :	[String*t:‘MAPI’]	43:	～중략～ (Argument?k?x)
21 :	[Method*u:‘GetNameSpace’]	44:	～중략～ (Argument?ab?aa)
22 :	[ReferenceOP*v:‘.’]	45:	～중략～ (Argument?an?a)
23 :	[Statement*w:‘Set’]	46:	(Contain?ao?an)

<표 17>은 E-mail을 이용하여 자기 복제를 수행하는 악성 코드를 개념 그래프로 표현하고 이를 유사도 측정을 위하여 CGIF로 표현하였다.

분류된 각 그룹별 소스 코드는 유사도 측정을 통해 <표 17>과 비교하여 악성 여부를 판별하게 된다. 이를 위해 각각의 소스 코드는 개념 그래프로 표현하여 개념화하고 이를 CGIF 형태로 변환하였다.

<표 18>, <표 19>, <표 20>은 본 논문의 3장 3절에서 정의된 방법을 이용하여 각 그룹별로 대표적인 소스 코드를 CGIF 형태로 변환시킨 예이다.

<표 18> A 그룹 : 악성코드가 포함된 CGIF

01:	[Method*a:'Add']	12:	[Function*l:'CreateObject']
02:	[ReferenceOP*b:'.']	13:	[String*m:'Send File in dir']
03:	[Method*c:'CreateItem']	14:	[Statement*n:'Set']
04:	[ReferenceOP*d:'.']	15:	[Variable*o:'male']
05:	[String*e:'0']	16:	[Object*p:'Out']
06:	[Method*f:'Send']	17:	(Contain?p?d)
07:	[ReferenceOP*g:'.']	18:	(Contain?b?b?a?a)
08:	[Object*h:'male']	19:	(Argumet?c?e)
09:	[Statement*i:'Set']	20:	~중략~ (Argument?l?k)
10:	[Varialbe*j:'Out']	21:	(Argument?a?m)
11:	[String*k:'Outlook.Application']	22:	(Contain?n?p)

<표 19> B 그룹 : 유사한 코드가 포함된 CGIF

01:	[String*a:'*']	21:	[String*u:'Outlook']
02:	[Statement*b:'Set']	22:	[Function*v:'CreateObject']
03:	[Variable*c:'NewItem']	23:	[ReferenceOP*w:'.']
04:	[Object*d:'ObjApp']	24:	[Object*x:'NoteItem']
05:	[ReferenceOP*e:'.']	25:	[Method*y:'Add']
06:	[Variable*f:'AddrList']	26:	[Object*z:'Attachm']
07:	[Object*g:'AddressLists']	27:	[ReferenceOP*aa:'.']
08:	[Statement*h:'Set']	28:	[Method*ab:'Send']
09:	[Object*i:'olNS']	29:	[Object*ac:'NoteItem']
10:	[Object*j:'NewItem']	30:	[Property*ad:'Attachments']
11:	[Variable*k:'olNS']	31:	[Variable*ae:'Attachm']
12:	[Statment*l:'Set']	32:	[Statement*af:'Set']
13:	[ReferenceOP*m:'.']	33:	[ReferenceOP*ag:'.']
14:	[Property*n:'To']	34:	[Method*ah:'CreateItem']
15:	[Object*o:'ObjApp']	35:	[ReferenceOP*ai:'.']
16:	[String*p:'MAPI']	36:	(Contain?ac?ag)
17:	[Method*q:'GetNameSpace']	37:	~중략~ (Argument?v?u)
18:	[ReferenceOP*r:'.']	38:	~중략~ (Argument?ah?a)
19:	[Statement*s:'Set']	39:	(Contain?ai?ah)
20:	[Varialbe*t:'ObjApp']	40:	

<표 20> C 그룹 : 정상 코드 CGIF

01:	[String*a:'0']	16:	[String*p:'MAPI']
02:	[Statement*b:'Set']	17:	[Method*q:'GetNameSpace']
03:	[Variable*c:'NoteItem']	18:	[REferenceOP*r:'.']
04:	[Object*d:'ObjApp']	19:	[Statement*s:'Set']
05:	[ReferenceOP*e:'.']	20:	[Varialbe*t:'ObjApp']
06:	[Variable*f:'AddrList']	21:	[String*u:'Outlook']
07:	[Object*g:'AddressLists']	22:	[Function*v:'CreateObject']
08:	[Statement*h:'Set']	23:	[Method*w:'CreateItem']
09:	[Object*i:'ObjNS']	24:	[REferenceOP*x:'.']
10:	[Object*j:'NoteItem']	25:	(Contain?b?c)
11:	[Variable*k:'ObjNS']	26:	~중략~ (Argument?q?p)
12:	[Statment*l:'Set']	27:	~중략~ (Argument?v?u)
13:	[ReferenceOP*m:'.']	28:	(Argument?w?a)
14:	[Property*n:'To']	29:	(Contain?x?w)
15:	[Object*o:'ObjApp']	30:	

<표 17>의 CGIF와 변환된 그룹별 소스 코드의 CGIF를 본 논문에서 제안한 유사도 측정식을 이용하여 측정한 결과는 <표 21>과 같다.

<표 21> 샘플 코드 그룹별 유사도 측정 결과

비교 그룹	유사도 측정 결과 백분율
A 그룹	98%
B 그룹	83%
C 그룹	44%

제안된 유사도 측정 결과 악성 코드의 포함 여부에 대해 높은 판별 결과를 보여주고 있다. 비교 대상과 악성 코드가 거의 일치하는 A 그룹에 대해서 높은 유사성을 발견하였고, 알려지지 않은 형태의 악성 행위인 B 그룹에 대해서 기존의 악성 코드를 바탕

으로 새로운 형태에 사용된 개념들의 관계를 분석하여 A 그룹과 동등한 수준의 유사도 결과를 얻을 수 있었다.

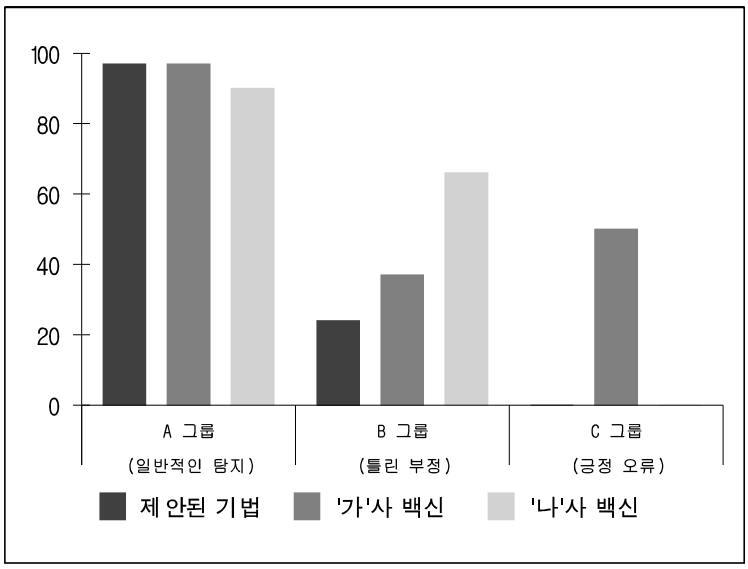
반대로 악성 행위에 빈번하게 사용되는 코드가 포함되어 있지 않지만, 정상적인 행위인 C 그룹은 유사도 측정 결과 낮은 유사값이 측정됨으로써 악성 행위를 일으키는 코드가 아님을 보여주고 있다.

또한, 제안된 유사도 측정 방법을 통해 나온 결과를 현재 사용되고 있는 일반 백신 프로그램으로 측정 및 비교하여 얻은 결과는 <표 22>와 같다.

<표 22> 제안된 기법과 기존 백신과의 비교 결과

구분	제안된 측정방법		‘A’사 백신		‘B’사 백신	
	탐지	경고	탐지	경고	탐지	경고
A 그룹	97	3	97	0	90	0
B 그룹	20	5	15	8	10	0
C 그룹	0	3	10	1	0	0

비교 평가에 사용된 백신들은 현재 상용중인 백신들이며 현재까지 제안된 기법들을 이용하여 ‘가’사는 휴리스틱 기법, ‘나’사는 시그니처 기법을 중심으로 탐지를 하는 대표적인 안티 바이러스 프로그램들이다.



(그림 11) 실험 결과에 따른 탐지율 비교 결과

(그림 11)에서 긍정 오류는 실제로 악성 행위를 하지 않는 소스 코드를 악성 행위를 하는 것으로 잘못 탐지한 경우이고, 틀린 부정은 악성 행위를 하는 소스 코드를 정상적인 소스 코드로 탐지하는 경우이다.

본 결과를 통해 알 수 있듯이, 알려진 악성 행위 A 그룹의 100개의 샘플은 세 방법 모두 동등한 수준의 탐지율을 보였고, 알려지지 않은 형태의 악성 행위 B그룹의 30개의 샘플에 대한 탐지율은 보았을 개념적인 접근 방법을 통한 제안된 기법의 탐지율이 더 높음을 알 수 있었다.

또한, 20개의 정상적인 행위를 하는 샘플 C 그룹에 대한 실험 결과를 보면, ‘가’사의 백신은 악성 행위를 수행하지 않음에도 불구하고 악성 코드로 탐지를 하였고, ‘나’사의 백신은 긍정 오류를 보이지는 않았으나, 악성 여부에 대한 탐지 자체를 하지 못하였다.

하지만 제안된 기법을 통하여 정상적인 행위 중에 약간의 수정 및 변형에 의해서 악성 행위가 가능한 샘플들에 대한 경고를 해줌으로써 기본적인 탐지뿐만 아니라 소스 코드의 위험성 여부까지 판별해줄 수 있음을 보여주고 있다.

Ⅵ. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 악성 VBScript 코드에 대해 개념 그래프 표현 방법과 이에 대한 유사도 측정 방법을 적용하여 알려진 형태의 악성 코드뿐만 아니라 알려지지 않은 혹은 변종 스크립트형 악성 코드를 탐지할 수 있는 방법론을 제시하였다. 이는 패턴 매칭이나 시그니처 기반의 탐지, 그리고 정적 분석 기법 등이 확산속도와 코드의 변형 주기가 빠른 악성 코드를 탐지함에 있어서 각각의 탐지 방법들이 가지고 있는 문제점을 효율적으로 극복할 수 있음을 실험을 통하여 증명하였다.

또한, 기존의 탐지 기법들과는 다른 접근 방식으로 소스 코드를 개념적인 접근 방법을 통하여 새로운 대응 체계를 마련하였다. 이를 통하여 현존하는 악성 행위 대응 체계의 문제점인 긍정 오류와 틀린 부정의 문제점을 극복하고, 악성 코드 탐지율을 향상시킨 결과를 얻을 수 있었다.

향후 연구에서는 개념 그래프 적용 시 더욱 세밀한 개념과 관계에 대한 정의 방법과 본 논문에서 제시한 유사도 측정 방법을 따른 탐지 도구 개발이 필요하며 개념 그래프를 적용한 개념적인 접근 방법을 침입 탐지와 같은 보안 분야에 적용할 수 있도록 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] Frithjof Dau, "Mathematical Foundations of Conceptual Graphs", 13th ICCS, In Tutorial, 2005

[2] O. Erdogan and P. Cao. Hash-av: Fast virus signature scanning by cache-resident filters. In http://crypto.stanford.edu/~cao/hash-av/, 2005.

[3] G. Mishne and M. de Rijke "Source Code Retrieval using Conceptual Similarity", RIAO 2004, pp.539-554, 2004

[4] Christodorescu, Jha, "Static Analysis of Executables to Detect Malicious Patterns", 12th USENIX Security Symposium, 2003

[5] 이형준, 김철민, 이성욱, 홍만표, "정적 분석을 이용한 다형성 스크립트 바이러스의 탐지 기법 설계", 한국정보과학회, 학술발표논문집 Vol.30 No.1, pp.407-409, 2003

[6] Svetlana Hensman, "Construction of Conceptual Graph Representation of Texts", HLT-NAACL, pp.49-54, 2004

[7] Karalopoulos, M. Kokla, M. Kavouras, "Geographic Knowledge Representation Using Conceptual Graphs", 7th AGILE Conference on Geographic Information Science, Crete, Greece, 2004

[8] J.-F. Baget, "Simple conceptual graphs revisited: Hypergraphs and conjunctive types for efficient projection algorithms", In Proc. of ICCS, 2003.

[9] Jiwei Zhong, Haiping Zhu, Jianming Li and Yong Yu, "Conceptual Graph Matching for Semantic Search", In Proc. of ICCS, 2002

[10] Lei Zhang and Yong Yu, "Learning to Generate CGs from Domain Specific Sentences", In proc. of ICCS, LNAI 2120(Springer), 2001.

[11] Harry S. Delugach, “CharGer : A Graphical Conceptual Graph Editor”, In proc. of ICCS, 2001

[12] Pavlin Dobrev, Albena Strupchaska, Kristina Toutanova, “CGWorld-2001 - New Features and New Directions”, In proc. of ICCS, 2001

[13] M. Montes y Gómez, A. Gelbukh, A. López López, Ricardo Baeza-Yates. “Flexible Comparison of Conceptual Graphs”, In Proc. of DEXA-2001, pp.102-111, 2001

[14] Francisco Fernandez, “Heuristic Engines”, 11th International Virus Bulletin Conference, 2001

[15] Gabor Szappanos, “VBS Emulator Engine Design”, Virus Bulletin Conference, 2001

[16] Igor Muttik, “Stripping down an AV Engines”, Virus Bulletin Conference, 2000

[17] Montes y-Gómez, Gelbukh and López-López, “Comparison of Conceptual Graphs”, Lecture Notes in Artificial Intelligence 1793, 2000

[18] Sowa, John F, "Conceptual Graph Standard, American National Standard NCITS.T2/ISO/JTC1/SC32 WG2 N 0000. [Access Online : April 2001], URL : http://www.bestweb.net/~sowa/cg/cgstand.htm, 2001

[19] Sowa, John F, "Conceptual Structures: Information Processing in Mind and Machine", Ed. Addison-Wesley, 1983

[20] “2004년 웜·바이러스 동향 종합분석 및 전망”, 국가사이버안전센터, NCSC-TR05005. 2005

[21] “악성 코드 대응 기술 동향”, 국가보안기술연구소, 제8권 1호, pp.1-4, 2003

[22] http://www.huminf.aau.dk/cg/index.html

[23] http://www.cs.uah.edu/~delugach/CharGer/

[24] http://msdn.microsoft.com/

[25] http://www.webkb.org/doc/CGIF.html

[26] http://www.jfsowa.com/

[27] http://www.symantec.com/press/2005/ Symantec Internet Security Threat Report New Release