

# 객체지향 프로그램 정보 분석기 설계 및 구현

김운용<sup>a</sup> · 최영근  
광운대학교 컴퓨터과학과

## Design and Implementation of an Information Analyzer for Object-Oriented Program

Woon-Yong Kim<sup>a</sup> · Young-Keun Choi  
Dept. of Computer Science, Kwangwoon University

### 요 약

본 논문에서는 객체지향 프로그램에 대한 프로그램 정보를 분석하여 이들간의 관계를 표현할 수 있는 방법을 제시한다. 현재까지 프로그램을 분석하고 표현하기 위한 그래프 표현으로 호출 그래프, 제어흐름 그래프 및 종속 그래프등이 있으며 이를 이용하여 테스트, 슬라이싱, 디버깅, 프로그램 이해, 병렬처리, 역공학과 같은 다양한 분야에 적용되고 있다. 본 논문에서는 객체지향 언어의 프로그램의 시각적 이해를 돕고, 분석에 필요한 정보를 표현하는 그래프들간의 관계성을 고려한 효율적인 분석기를 표현한다. 이를 위해 클래스, 상속관계, 호출관계, 제어흐름 및 데이터 종속관계를 고려하여 객체 지향언어 분석에 필요한 그래프 요소를 멤버함수레벨, 클래스 레벨, 모듈 클래스 레벨단위로 추출하고 이들간의 정보를 저장소로 통합 구성한다. 이를 통해 기존의 특정목적에 의해 표현하는 그래프 표현 방식은 그래프간의 관계성과 분석정보의 독립성 그리고 재사용성의 특징을 가지는 통합 분석기로 구성될 수 있다. 이러한 특징은 프로그램의 이해와 정보의 관리효과를 증가시킬 수 있으며, 많은 소프트웨어 엔지니어링 도구와 기술들에 필요한 통합화된 정보를 제공하고 이용될 수 있을 것이다.

### 1. 서론

소프트웨어 공학 측면에서 프로그램 분석과 표현은 소프트웨어의 그래픽 한 표현에 의존한다. 현재 이러한 그래프 표현을 이용한 연구로 디버깅, 프로그램 이해, 테스트, 병렬처리, 소프트웨어 메트릭스, 역공학과 같은 다양한 분야에서 이용하고 있고, 잘 알려진 질차진 프로그램 표현을 위한 그래프표현으로 호출 그래프, 제어 흐름 그래프, 종속 그래프 등을 들 수 있다. 이들 그래프 표현을 객체 지향 언어에 적용시키기 위해서는 먼저 객체 지향언어의 특징을 고려하여 그래프 표현을 적용할 필요가 있다. 객체지향언어의 기본단위는 클래스이며 멤버 데이터와 멤버 함수로 구성되어있으며, 클래스간의 상속관계와 다형성, 동적 바인딩 효과와 같은 특징을 가지고 있고 클래스들간의 관계는 어플리케이션과 독립적으로 구성되어있다. 이러한 구성요소를 표현하기 위해 본 논문에서는 멤버 함수레벨, 클래스 레벨과 모듈 클래스 레벨형태로 구성하고 이들 레벨간의 그래프형태를 구성하기 위한 정보 대이불을 통한 이들간의 관계를 표현하고, 필요한 정보 구성방식을 제시하고, 이러한 정보의 독립성과 재사용성의 특징을 포함하기 위해 그래프간의 관계를 고려한 통합화된 정보관리기법을 제시한다

본 논문의 구성은 2장에서 분석기에 필요한 그래프 표현 방법을 소개하고, 3장에서 정보 분석기의 설계 및 구현에 필요한 시스템 저장소 구성방법 과 단위별 그래프 표현방법

을 제시하고 이를 이용한 시스템 적용 예를 보이고, 4장에서 기대효과 및 앞으로의 연구과제를 기술하고자한다.

### 2. 그래프 표현

이장에서는 분석기에 필요한 구성요소를 표현한다. 먼저 클래스들간의 상속 및 멤버함수 관계를 표현하는 클래스 계층 그래프와 호출관계를 표현하는 클래스 호출 그래프를 서술하고, 프로그램 분석에 가장 많이 이용되는 제어흐름 그래프와 종속그래프를 표현한다. 또한 클래스의 독립적인 표현을 위한 프레임 그래프에 대해 소개한다.

#### 2.1 클래스 계층 그래프

클래스 계층그래프[2]는 클래스 상속관계 및 클래스의 멤버 함수간의 상속관계를 표현하는 그래프이다 이 그래프는 클래스와 클래스에 포함된 멤버함수로 구성되며, 클래스들간의 상속관계와 멤버함수의 상속관계를 표현하지만 세부적인 멤버함수 요소는 포함되지 않는다

#### 2.2 클래스 호출 그래프

클래스 호출 그래프[2]는 클래스에 존재하는 멤버함수간의 호출관계를 표현하는 그래프이다. 이 클래스 호출 그래프를 통해 클래스관계와 이들에 포함된 멤버함수들간의 호출관계를 표현하고, 클래스 계층 그래프와 함께 제어흐름 그래프와 종속그래프에 이용된다.

2.3 제어흐름 그래프

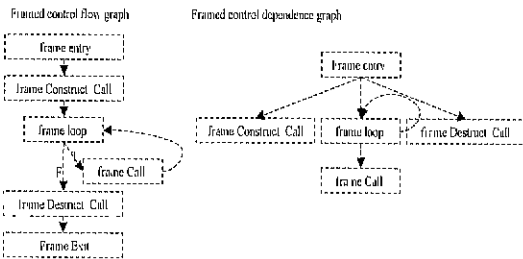
제어흐름 그래프는 클래스에 포함된 멤버함수 내부의 문장들간의 제어흐름을 표현하는 그래프로 분장 노드간의 흐름을 표현한다. 제어흐름 그래프는 멤버함수 단위[3], 클래스 단위[1], 모듈클래스[4] 단위로 표현될 수 있다.

2.4 종속 그래프

종속 그래프는 멤버함수들에 포함된 데이터의 종속성, 제어흐름 종속 및 이행적 종속관계를 표현한다. 이 종속 그래프는 제어 흐름을 이용해 제어흐름 종속관계가 표현되고, 이 제어흐름에 영향을 받는 변수들간의 관계를 이용하여 데이터 종속관계를 표현된다. 또한 함수 호출관계에서의 데이터 종속성을 표현하기 위해 이행적 종속관계가 표현된다. 이 그래프는 프로그램 분석을 위해 널리 이용되는 방법으로 단위함수를 표현하는 프로그램 종속그래프(PDG: Program Dependence Graph)[2], 클래스단위를 표현하는 클래스 종속 그래프(CDG: Class Dependence Graph)[2]와 모듈클래스 단위를 표현하는 모듈클래스 종속 그래프(MCDG: Module class Dependence Graph)[4]로 표현될 수 있다.

2.5 프레임 그래프

프레임 그래프[1]는 독립적인 하나의 클래스를 그래프 표현에 적용시키기 위한 방법으로 (그림 1)와 같다.



(그림 1) 프레임 그래프

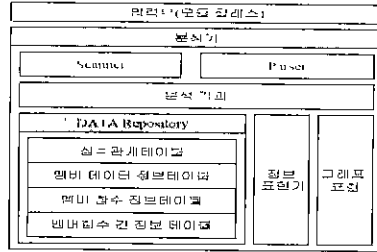
프레임 그래프는 독립적인 클래스를 표현하기 위해 제어흐름 그래프와 제어 종속 그래프로 표현한다. 이 표현을 통해 클래스단위의 그래프를 표현할 수 있다.

3. 객체지향 프로그램 분석기

앞에서 제시한 그래프형태는 소프트웨어 공학 측면에서 다양하게 이용되고있으며, 프로그램 분석의 중요한 요소이다. 그러나 이러한 요소는 특정 목적에만 적용시키기 위해 개별적으로 이용되고 있다. 이에 본 논문에서는 이들 그래프를 객체 지향적으로 통합하기 위한 이들간의 관계에 필요한 구성요소를 포함하는 정보 시스템을 구축함으로써, 제시된 가능한 정보분석기를 제시하고자한다. 먼저 정보 분석기의 시스템 구성도와 정보 분석 및 데이터 저장소관리 형태를 제시하고, 이를 기반으로 하는 그래프 표현방법과 적용예를 기술한다.

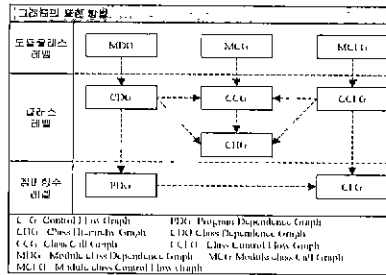
3.1 시스템 구성도

시스템 구성형태는 먼저 모듈 클래스내용을 입력받아, 상속관계, 멤버데이터경로, 멤버함수정보, 멤버함수간의 정보 큰 추출하여 데이터 저장소를 이용해 등록된다. 이들은 다양한 그래프를 위해 정보표현기 에서 이용된다. 이러한 데이터 저장소를 통한 정보 분석은 다양한 그래프표현을 정보의 독립성과 제시용성의 특성을 가지고 표현될 수 있다는 장점을 가진다.



(그림 2) 정보 분석기 시스템 구성도

또한 이러한 분석을 통해 얻어온 정보는 (그림 3)과 같은 형태의 그래프를 표현하는데 적용된다.

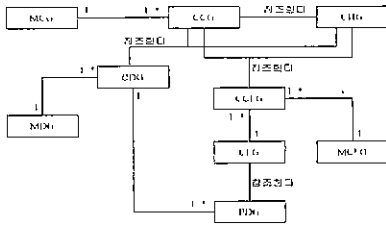


(그림 3) 그래프 표현방법

(그림 3)에서처럼 그래프 표현은 3단계인 멤버함수 레벨, 클래스 레벨, 모듈클래스 레벨로 구성된다. 이러한 형태는 복잡한 시스템의 그래프 구성방식을 부분적으로 분리하여 관리하는 것을 가능하게 함으로써 분석의 효율성을 증가시킨다. 먼저 멤버함수레벨에서는 멤버함수 단위의 제어흐름 그래프를 구성하고 이 제어흐름그래프를 이용하여 멤버함수에 대한 종속 그래프를 형성할 수 있다. 또한 이 멤버 함수 레벨의 정보는 클래스 레벨을 구성하는데 이용된다. 클래스 레벨에서는 클래스에 존재하는 상속관계와 멤버함수들간의 제어흐름, 종속성 및 호출관계가 표현된다. 다음 단계로 모듈 클래스 레벨에서는 모듈 클래스에 존재하는 클래스들의 제어흐름과 종속성 및 호출 관계를 보여준다.

3.2 프로그램 정보 표현

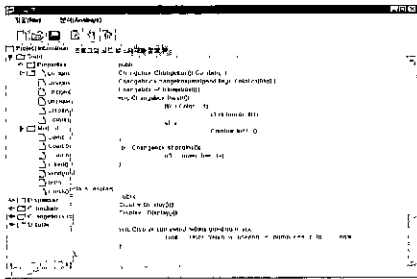
프로그램 분석 결과를 통해 구성된 요소의 그래프 표현은 정보 저장소의 정보로 이용되어 표현된다. 이러한 표현을 위해 사용되는 정적 도메인 모델은 (그림 4)와 같다.



(그림 4) 정보표현 정칙 도메인 모델

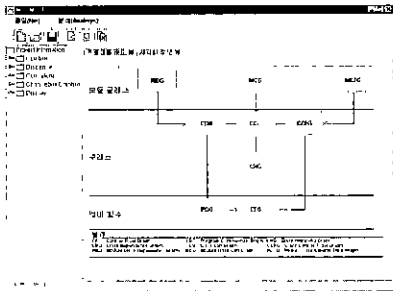
3.3 시스템 적용

분석기 시스템은 (그림 5)에서 보여주는 것처럼 모듈클래스 소스를 입력을 받아 소스코드에 기반으로 하는 그래프를 표현한다.



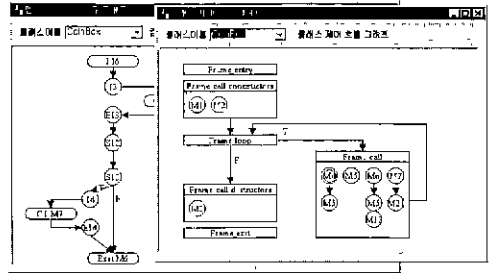
(그림 5) 분석기 메인 화면

프로그램 입력을 통해 정보 저장소에 프로그램의 정보가 저장되고 이 정보를 기반으로 프로그램을 분석하여 그래프를 표현한다



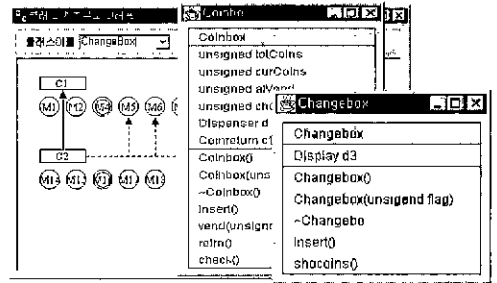
(그림 6) 그래프 표현 메인 화면

그래프 표현 메인 화면은 그래프의 관계성과 레벨단위의 프로그램 분석이 가능하도록 구성된다 먼저 멤버함수에서는 PDG,CFG가 클래스에 포함된 멤버함수단위로 표현되고, 클래스에서는 프레임그래프를 이용한 CDG,CCFG가 구성되며, CHG,CCG그래프가 표현된다 또한 모듈클래스에서는 모듈에 포함된 클래스들간의 MDG,MCG,MCFG가 표현된다 (그림 7)은 멤버함수에서의 제어의 흐름을 표현하는 CFG와 이를 구성하는 클래스의 제어흐름을 표현하는 CCFG의 예를 보여준다



(그림 7) CFG와 CCFG

또한 (그림 8)은 클래스간의 상속관계와 멤버함수간의 상속 관계를 표현하는 CHG와 해당 클래스를 선택했을 때 나타나는 클래스 정보를 보여준다



(그림 8) 클래스 계층그래프와 클래스 정보

4. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 모듈 클래스의 정보를 분석하고 그래프를 표현하기 위한 정보 분석기를 기술하였다. 객체지향 언어를 이용한 프로그램은 클래스간의 효율적인 설계가 프로그램 및 제사용의 성능을 향상시킨다 이에 본 논문에서는 정보 저장소를 이용한 독립적이고 재사용 가능한 통합된 정보 관리와 프로그램 정보 분석의 향상을 위해 멤버함수 레벨, 클래스 레벨, 모듈 클래스 레벨단위의 그래프 표현방식을 제시하고 이를 이용한 예를 적용하였다. 향후 그래프표현의 단순화 작업과 효율적인 저장소구성을 위한 검증연구 및 추출된 정보를 이용한 다른 소프트웨어 공학의 적용이 필요하다.

참고문헌

- [1] M J Harrold, and G Rothermel, "Performing dataflow testing on classes," Second ACM SIGSOFT Symp. on the Foundations of Software Eng., pp 154-163 Dec, 1994.
- [2] S Horwitz, T Reps, and D. Binkley, "Interprocedural slicing using dependence graphs," ACM Transactions on Program Lang Syst, Vol.12, No.1, pp 26-60, January, 1990
- [3] 김희천, "객체지향 프로그램의 종속성 모델과 프로그램 슬라이싱을 이용한 클래스 테스트 방법," 서울대학교, 박사학위 논문, 1997
- [4] 김운용, 정계광, 최영근, "모듈 클래스 종속 그래프를 이용한 객체지향 프로그램 슬라이싱에 관한 연구," 한국정보처리학회 논문지 제6권 제7호, pp 1805-1816, July, 1999