번역기, 코드 생성기 및 컴파일러를 위한 검증기법 조사

김의섭, 이동아, 유준범

목차

- 서론
- 변환 검증 기법 분류
- 변환 검증 기법
- 결론 및 향후 계획

서론

서론

- 변환기 검증의 필요성
  - 변환의 신뢰성
  - 안전필수 시스템 : 원자력 발전소 계측제어 시스템
    1. 추세
       - PLC 기반 (C 언어) -> FPGA 기반 (Verilog)
    2. 변환기
       - FBDtoC
       - FBDtoVerilog

- 변화기 검증 기법 조사
  - 검증 대상과 속성에 따라 2가지씩 분류

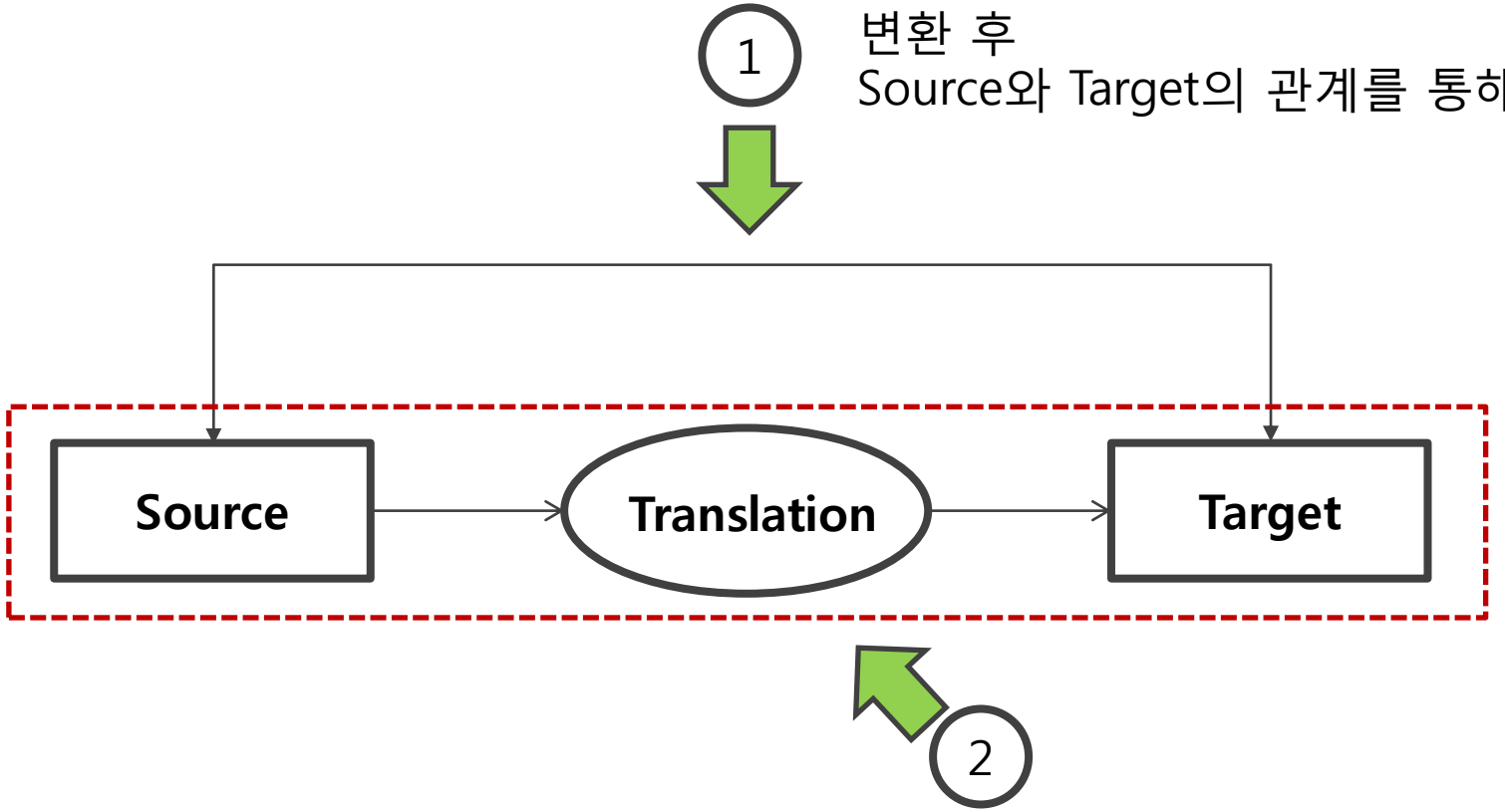
서론

- 변환기
  - 목적 : Source 를 Target 으로 변환 하는 것
- 변환

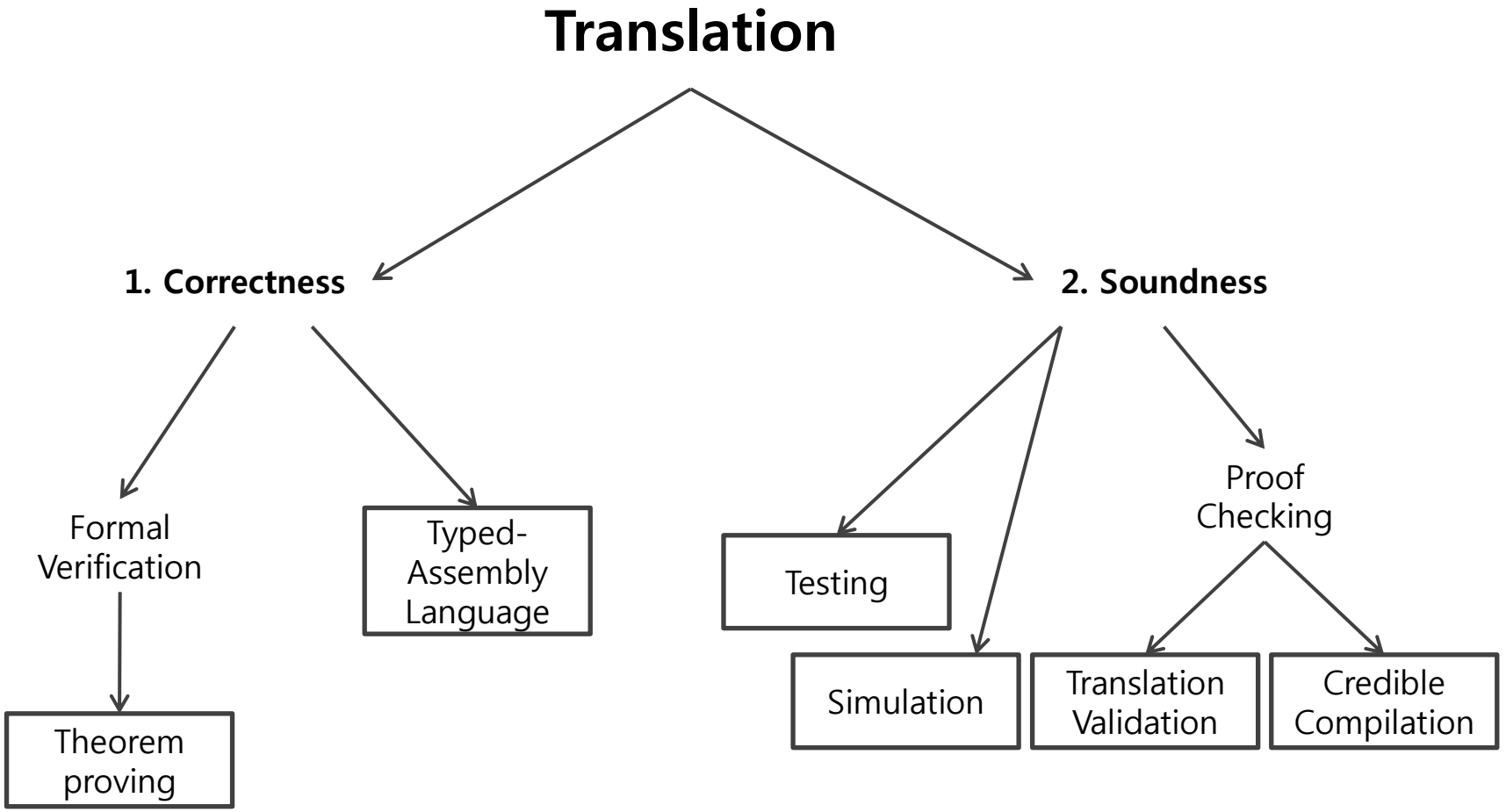
- 변환기 검증
  - 변환기가 변환을 정확히 수행 하는지 확인하는 활동

변환 검증 기법 분류

검증 대상에 따라 분류


1
변환 후
Source와 Target의 관계를 통해 검증
Source
Translation
Target
2
변환 과정 중
proof 생성과 확인을 통해 검증

검증 속성에 따라 분류


Translation
1. Correctness
2. Soundness
Formal Verification
Typed-Assembly Language
Theorem proving
Testing
Simulation
Proof Checking
Translation Validation
Credible Compilation

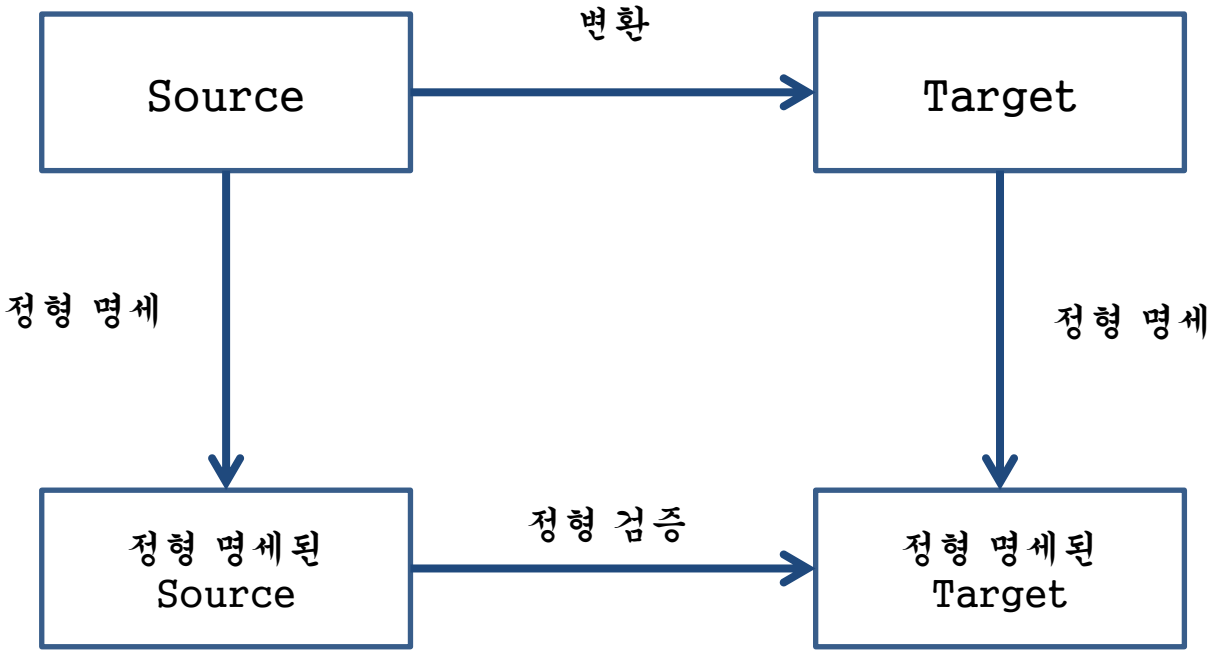
변환 검증 기법

변환 검증 기법

1. Correctness
   - Theorem proving
   - Type assembly language
2. Soundness
   - Testing & Simulation
   - Translation validation
   - Credible compilation

Correctness – Theorem proving

- Source 와 Target의 정형 명세, 추론규칙을 이용
  - 상호간에 Correctness 를 확인



Correctness – Theorem proving

- 수학식, 논리식을 통한 정형명세
  - 표기 의미론(Denotational semantic) 기초

$\vdash P : \alpha$	P는 α를 실행한다.
$\vdash P \in \pi$	P의 타입은 π이다.
$\vdash P \rightarrow P'$	P는 P'로 변환된다.

- 추론규칙
  - 기존 논리식에서 새로운 논리식을 생성하는 과정

$$\frac{p \rightarrow p' \quad p' \rightarrow p''}{p \rightarrow p''}$$

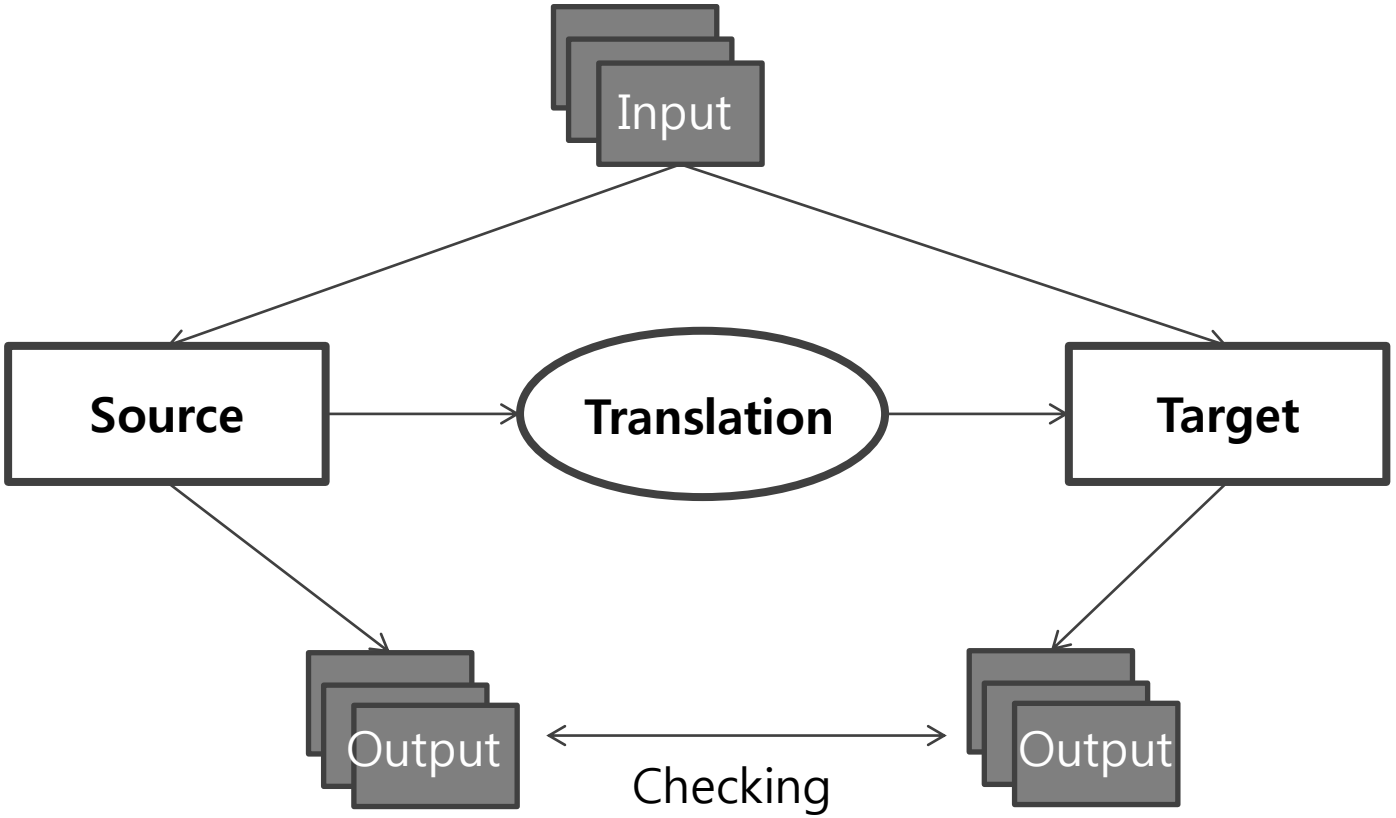
Correctness – Theorem proving

- 적용에 대한 고찰
  - 검증대상 : Source와 Target
  - 사용성 : 낮음
    - 전문적인 지식(Formalism)
    - 논리적인 전개(노하우)
  - FBDtoC, FBDtoVerilog에 적용
    - 충분히 가능
    - 시간, 노력, 지식(Formalism) 충분히 필요

분류	검증대상	검증속성	사용성	FBDtoC & FBDtoVerilog에 적용
Theorem Proving	소스 & 목적 프로그램	Correctness	낮음	Formal 하게 명세 후 적용 가능

Soundness – Testing & Simulation

- 상호 시뮬레이션, 상호 테스팅을 이용
- 입력값과 결과값 확인을 통해 검증



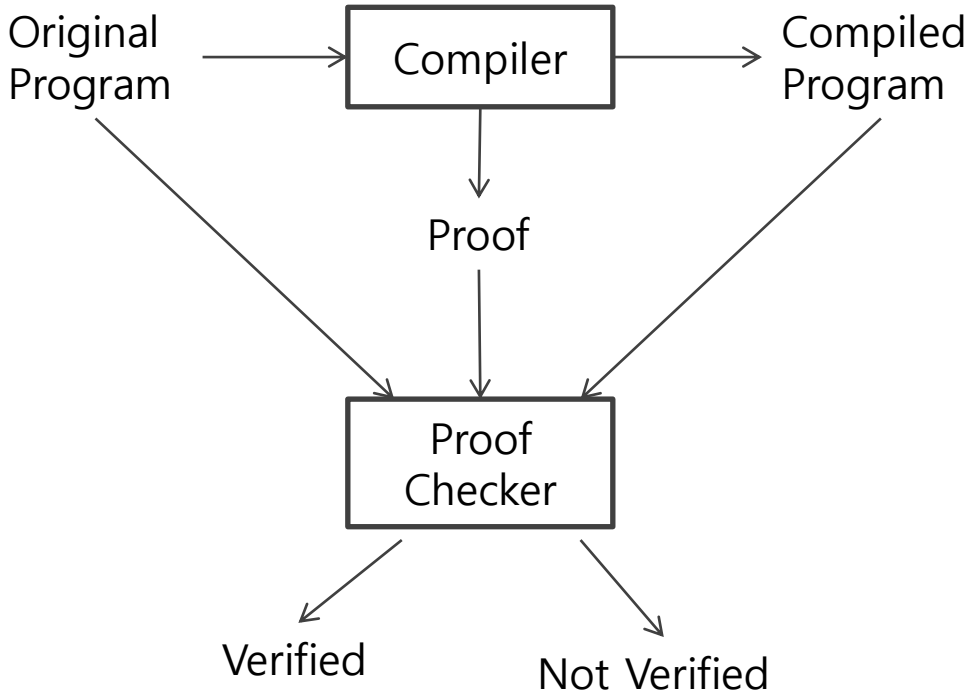
Soundness – Testing & Simulation

- 적용에 대한 고찰
  - 검증대상 : Source와 Target
  - 사용성 : 용의
    - Input(Test case)의 coverage에 의존
  - FBDtoC, FBDtoVerilog에 적용
    - 충분히 가능
    - Test case 생성 고려

분류	검증대상	검증속성	사용성	FBDtoC & FBDtoVerilog에 적용
Testing & Simulation	소스 & 목적 프로그램	Soundness	용의	충분한 입력 생성 후 적용 가능

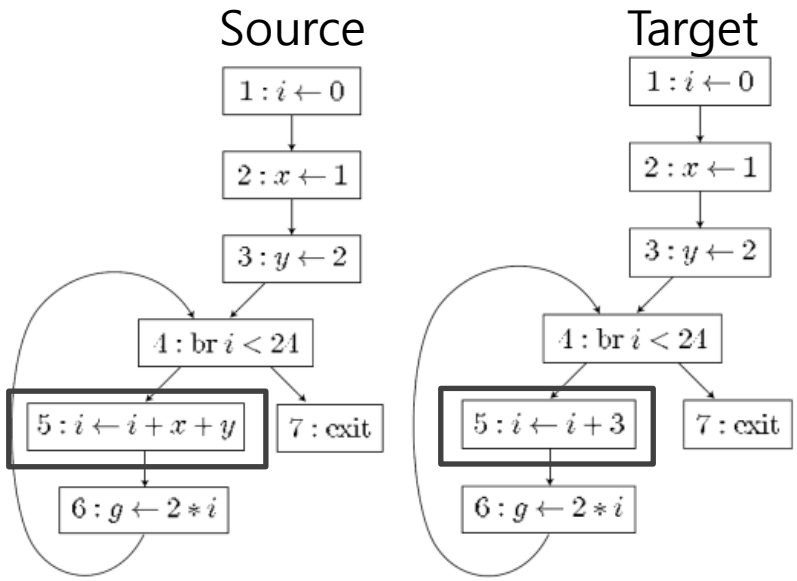
Soundness – Credible compilation

- 코드 최적화 단계에 있을 위험요소 검증
- Proof 생성과 확인을 통해 검증
  - Proof : 변환된 프로그램이 정확히 소스 프로그램을 실행한다는 증거
- Proof checker
  - Proof 확인



Soundness – Credible compilation

- 컴파일 최적화 단계
  1. 분석
     - 최적화를 해야 될 부분을 식별
  2. 변환
     - 최적화를 수행



- Proof 생성
  - 분석과 변환이 제대로 수행 됐는지 proof 생성

<x=1> 3
<x=1 ∧ y=2> 4
<x=1 ^ y=2> 5
<x=1 ^ y=2> 6

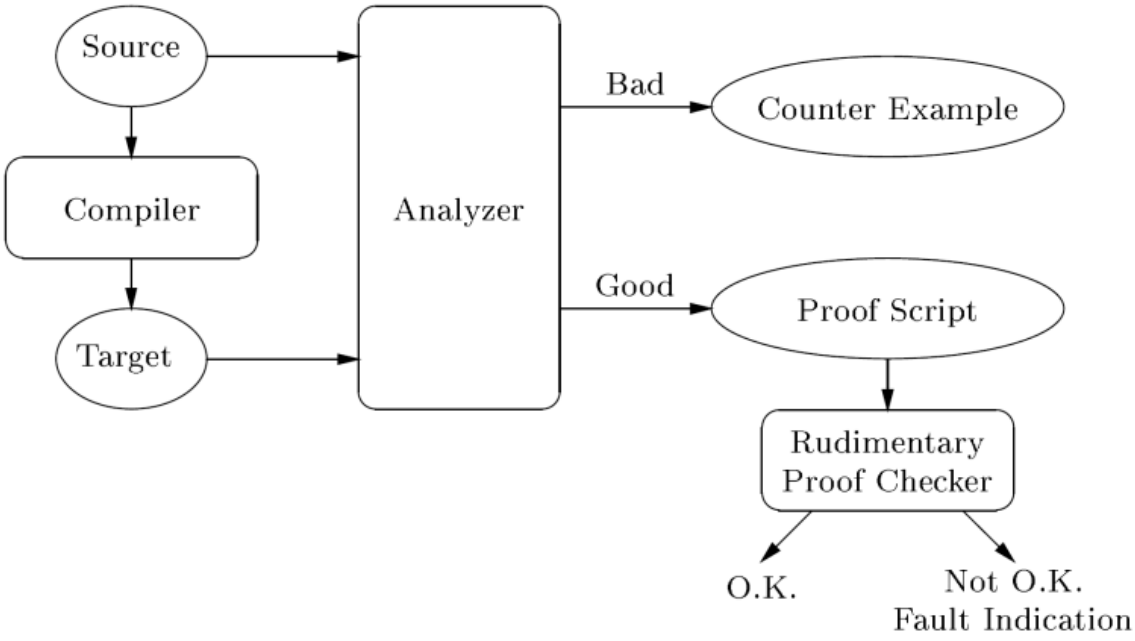
Soundness – Credible compilation

- 적용에 대한 고찰
  - 검증대상 : Source와 Target 의 변환 과정
  - 사용성 : 보통
  - FBDtoC, FBDtoVerilog 적용
    - 주어진 proof checker 사용
    - 변환기에 proof를 생성하는 로직 & 기능 추가

분류	검증대상	검증속성	사용성	FBDtoC & FBDtoVerilog에 적용
Credible compiler	소스 & 목적 프로그램	Soundness	보통	Proof 생성과 검증하는 추가적인 작업 후 적용 가능

Soundness – Translation validation

- Proof 생성을 통해서 검증
  - Source와 Target을 common semantic framework 통해 표현
  - Analyzer에 Source와 Target을 입력으로 넣음
  - Analyzer를 통해 proof script 생성
  - Proof checking를 통해 proof script 검사



Soundness – Translation validation

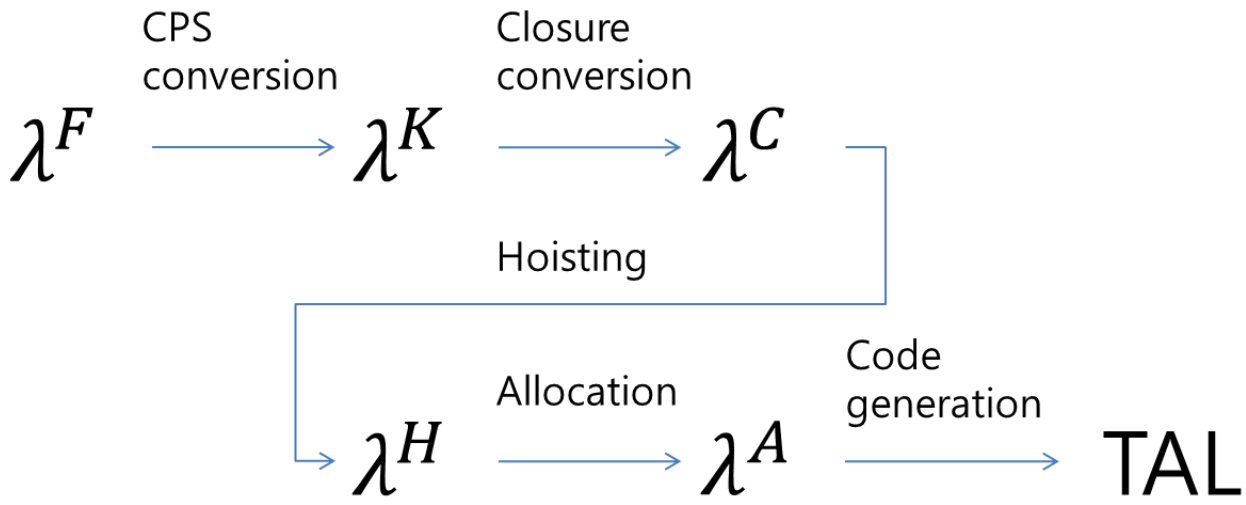
- 적용에 대한 고찰
  - 검증대상 : Source와 Target 의 변환 과정
  - 사용성 : 보통
  - FBDtoC, FBDtoVerilog 적용
    - 주어진 proof checker 사용
    - Proof를 생성하는 새로운 프로그램(Analyzer) 작성

분류	검증대상	검증속성	사용성	FBDtoC & FBDtoVerilog에 적용
Translation validation	소스 & 목적 프로그램	Soundness	보통	Proof를 생성하기 위한 추가적인 작업 후 적용 가능

Correctness – Type assembly language

- 검증된 컴파일러 작성
  - Rule에 의해 변환
  - Type 을 보존하며 변환
  - 완전 자동화

- 소스 프로그램을 TAL로 변환



Correctness – Type assembly language

- 적용에 대한 고찰
  - 컴파일러 제작 부터 고려 해야 함
  - FBDtoC, FBDtoVerilog에 적용
    - Rule 기반에 자동화 되어 있음

분류	검증대상	검증속성	사용성	FBDtoC & FBDtoVerilog에 적용
TAL	변환기	Safety	보통	컴파일러 제작시 부터 적용 가능

정리

분류	검증대상	검증속성	사용성	검증범위	FBDtoC & FBDtoVerilog에 적용
Theorem Proving	소스 & 목적 프로그램	Correctness	낮음	전체(사용자 정의)	Formal 하게 명세 후 적용 가능
Testing & Simulation	소스 & 목적 프로그램	Soundness	높음	부분적(input)	충분한 입력 생성 후 적용 가능
Translation validation	소스 & 목적 프로그램	Soundness	보통	부분적(proof)	Proof를 생성하기 위한 추가적인 작업 후 적용 가능
Credible compiler	소스 & 목적 프로그램	Soundness	보통	부분적(proof)	Proof 생성과 검증하는 추가적인 작업 후 적용 가능
Type assembly language	변환기	Safety	보통	부분적(rule)	목적 프로그램에 대한 수정 후 적용 가능

결론 및 향후 계획

- 결론
  - 검증 기법들에 대한 조사 수행
  - 기법들의 분류
  - 적용에 대한 고찰 수행

- 향후 계획
  - 검증 기법들 중 선별하여 적용해 변환기의 신뢰성을 높일 계획

감사합니다.