

신진 박사들의 학위 논문 요약

태그 옮김 기법으로 공간 효율을 높인 G-machine

우 균

(KAIST, 2000년 2월 졸업 예정)

그래프 축약 방법은 지연 함수형 언어의 대표적인 구현 방법이다. 특히 G-machine은 빠른 그래프 축약을 수행하는 추상 기계로 많은 주목을 받아 왔다. 그러나, G-machine을 비롯한 그래프 축약 기계는 축약 과정에 생성되는 그래프를 저장하기 위해 많은 기억 장소를 필요로 한다. 본 논문은 G-machine의 그래프를 압축하여 저장하는 방법을 제시한다. G-machine 그래프에서 동시에 할당되는 부분에 대하여 태그를 링크와 함께 저장하여 옮김으로써 보다 적은 공간에 같은 정보를 가진 그래프가 저장되도록 한다. 이렇게 그래프를 압축하여 저장하는 방법을 태그 옮김이라고 하는데, 본 논문에서는 G-machine에 태그 옮김 기법을 적용하여 새로운 추상 기계 ZG-machine을 정의한다.

ZG-machine을 이용한 함수형 언어의 구현이 정확하다는 것은 G-machine의 정확성에 의거하여 증명할 수 있다. Lester는 G-machine의 정확성을 스택 의미정의를 통하여 증명한 바 있다. 본 논문에서는 간단한 언어에 대하여 두 추상 기계의 스택 의미를 정의하고, 스택 의미정의에 따라 두 추상 기계가 같은 출력값을 생성한다는 것을 보임으로써 ZG-machine의 정확성을 증명한다. 주어진 프로그램에 대해 두 추상 기계가 동등한 축약 과정을 거친다는 것을 보이기 위해 두 추상 기계의 상태의 동등함을 나타내는 방법이 필요한데, 이를 위해서 본 논문에서는 표준 그래프 표기법을 제안한다. 두 추상 기계의 상태로부터 표준 그래프로의 변환 함수를 기술하고, 이들이 같은 표준 그래프로 변환된다는 것을 보임으로써 두 추상 기계의 상태가 그래프 정보의 관점에서 동등함을 나타낸다.

구체적인 ZG-machine의 성능을 알아보기 위해 실험 체계를 구현하여 실험 결과를 알아본다. 실험 체계로 G-machine과 ZG-machine의 C 시뮬레이터를 구현하고, 이 시뮬레이터 상에서 간단한 벤치마크 프로그램에 대하여 두 추상 기계의 시간 효율과 공간 효율을 측정한다. ZG-machine의 성능을 G-machine에 대한 증가율로 측정해 볼 수 있는데, 실험 결과에 따르면 ZG-machine은 G-machine에 비하여 총 힙 사용량은 평균 27%, 최소 힙 사용량은 평균 34% 절약할 수 있는 것으로 나타났다. 그러나, ZG-machine의 프로그램 수행 시간은 다소 증가되었는데, 이는 기억 장소 재활용 알고리즘의 차이 때문인 것으로 생각된다. ZG-machine의 수행 시간의 증가율은 주어진 힙 공간의 제약에 따라 다르게 나타났는데, 힙 공간의 제약이 완화됨에 따라 대략 10% 이내로 감소되었다. ZG-machine의 실제 사용을 위해서는 보다 효율적인 기억 장소 재활용 체계의 개발이 필요하다.