

프로젝트 1: 기본 로직 게이트

일반적인 컴퓨터 아키텍처는 And, Or, Mux 등과 같은 기본 논리 게이트 세트와 비트 단위 버전인 And16, Or16, Mux16 등을 기반으로 합니다(16비트 머신을 가정). 이 프로젝트에서는 일반적인 기본 논리 게이트 세트를 구축합니다. 이러한 게이트는 이후 프로젝트에서 컴퓨터의 CPU와 RAM 칩을 구축할 기본 구성 요소를 형성합니다.

아래에서는 프로젝트 1을 완료하는 데 필요한 도구, 리소스 및 구현 팁을 설명합니다.

목표

다음 칩을 빌드합니다(칩과 *게이트*라는 용어를 혼용하여 사용함): 낸드(주어진)

Not
또는
Xor
Mux
DMux
Not16
And16
Or16
Mux16
Or8Way
Mux4Way16
Mux8Way16
DMux4Way
DMux8Way

낸드는 원시적인 것으로 간주되므로 구현할 필요가 없습니다.

파일: 목록의 각 칩 Xxx에 대해 *스텝 파일이라고도 하는* 스켈레탈 Xxx.hdl 프로그램(PARTS 섹션이 누락된)을 제공합니다. 또한 각 칩에 대해 하드웨어 시뮬레이터에 칩을 테스트하는 방법을 알려주는 Xxx.tst 스크립트와 함께 제공된 테스트가 생성할 것으로 예상되는 올바른 출력이 포함된 Xxx.cmp 비교 파일을 제공합니다. 여러분의 임무는 칩 구현을 작성하고 테스트하는 것입니다(구체적으로: 제공된 Xxx.hdl 파일을 완성하는 것).

계약: 목록에 있는 각 칩에 대해 제공된 Xxx.tst 파일로 테스트한 칩 구현(수정된 Xxx.hdl 파일)은 제공된 Xxx.cmp 파일에 나열된 출력을 생성해야 합니다. 칩에서 생성된 실제 출력이 원하는 출력과 일치하지 않는 경우 시뮬레이터에서 오류 메시지를 보고합니다.

칩 구축

최근 '낸드에서 테트리스까지' 과정의 학습자를 위한 새로운 온라인 IDE(통합 개발 환경)가 출시되었습니다. 따라서 이제 프로젝트 1을 완료하는 데 두 가지 옵션이 있습니다:

[Nand2Tetris IDE Online을 사용하는 경우](#)(권장), 브라우저 메모리에서 모든 Xxx.hdl, Xxx.tst 및 Xxx.cmp 파일을 사용할 수 있습니다. 특정 칩을 개발 및 테스트하려면 시뮬레이터의 드롭다운 메뉴에서 프로젝트/칩을 선택하세요. 편집한 HDL 코드는 자동으로 저장됩니다. HDL 파일을 로컬 PC에 다운로드하려면 *다운로드* 버튼을 클릭합니다. 프로젝트의 모든 Xxx.hdl 파일의 현재 버전이 하나의 zip 파일로 다운로드됩니다.

데스크톱 Nand2Tetris 하드웨어 시뮬레이터를 사용할 수도 있습니다. www.nand2tetris.org 에서 낸드 투 테트리스 소프트웨어 제품군을 다운로드하고 컴퓨터의 nand2tetris라는 폴더에 압축을 푼 경우, nand2tetris/tools 폴더에는 데스크톱 버전의 하드웨어 시뮬레이터가 들어 있고 nand2tetris/projects/1 폴더에는 이 프로젝트를 완료하는 데 필요한 모든 파일이 들어 있습니다. 일반 텍스트 편집기를 사용하여 각 Xxx.hdl 파일의 HDL 코드를 작성/편집한 다음 데스크톱 시뮬레이터를 사용하여 코드를 테스트할 수 있습니다.

HDL 문서: 때때로 축약된 표기법을 사용하기도 합니다. 예를 들어, 댓글

"만약 (인) 아웃 = 1, 그렇지 않으면 아웃 = 0"을 의미합니다: "만약 (in = 1)이면 0으로 설정하고, 그렇지 않으면 1로 설정한다"는 뜻입니다. 마찬가지로 "if (a와 b) ..."라는 조건은 "if (a = 1과 b = 1) ..."를 의미합니다. 등입니다.

[HDL 가이드 칩](#)

[세트 API 참조](#)

튜토리얼

아래 튜토리얼은 데스크톱 버전의 하드웨어 시뮬레이터 사용에 중점을 두고 있습니다. 이 프로젝트에서 선호하는 도구인 온라인 시뮬레이터에 대한 튜토리얼은 곧 제공될 예정입니다. 그러나 이 튜토리얼의 원칙을 적용하여 온라인 시뮬레이터에서 유사한 작업을 수행할 수 있습니다(가장 큰 차이점

은 온라인 시뮬레이터에서 파일을 로드할 필요가 없다는 점입니다).

[하드웨어 시뮬레이터: 소개](#)

[칩 빌드 및 테스트 스크립트](#)

[기반 칩 시뮬레이션](#)

[하드웨어 시뮬레이터 튜토리얼](#)(*슬라이드쇼* 클릭)

필요에 따라 각 참조/자습서를 참조하세요: 전체 리소스를 살펴볼 필요는 없습니다.

구현 팁

0. 칩을 구현하기 전에 내장된 구현을 실험해 보는 것이 좋습니다. 온라인 시뮬레이터를 사용하는 경우 *내장* 토글을 클릭하고, 데스크톱 버전을 사용하는 경우 tools/builtInChips 폴더에서 내장 칩을 로드하세요.

1. 각 칩은 한 가지 이상의 방법으로 구현할 수 있습니다. 구현이 간단할수록 좋습니다. 일반적으로 가능한 한 적은 수의 칩 부품을 사용하도록 노력하세요.
2. 각 칩은 낸드 게이트에서만 직접 구현할 수 있지만, 필요에 따라 프로젝트 1의 다른 칩을 칩 부품으로 사용할 수 있습니다(이전 팁 참조).
3. 직접 디자인한 '도우미 칩'을 만들 필요는 없습니다. HDL 프로그램은 이 프로젝트에 나열된 칩만 사용해야 합니다.
4. 나열된 순서대로 칩을 구현하는 것이 좋습니다. 어떤 이유로 특정 칩의 HDL 구현을 완료하지 못한 경우에도 다른 HDL 프로그램에서 해당 칩을 칩 부품으로 사용할 수 있습니다. 온라인 시뮬레이터에서 칩 평가 프로세스는 내장된 칩 구현을 사용하므로 더 이상 고민할 필요가 없습니다. 데스크톱 버전을 사용하는 경우 구현하지 않은 칩 파일의 이름을 바꾸거나 프로젝트 1 폴더에서 제거하세요. 이렇게 하면 데스크톱 시뮬레이터가 칩의 내장 구현을 사용하게 됩니다.
5. 각 칩은 대화형 또는 테스트 스크립트를 사용하여 테스트할 수 있습니다. 온라인 시뮬레이터에서는 테스트 스크립트를 실행하기만 하면 됩니다. 데스크톱 시뮬레이터에서는 먼저 칩의 테스트 스크립트를 로드한 다음 실행해야 합니다.