

레드스톤 컴퓨터의 구조

마크에서 CPU
만들기

목차

1. 동기와 동영상
2. 레드스톤 컴퓨터에 대한 전반적인 설명
3. 어떻게 작동하는가

동기

- 어느 날처럼 마크에서 야생을 즐기는 중 이었던 나...
- 마크에서 다양한 자동화 기계를 찾다가 발견한 영상?

동영상



전체적인 스펙

- 10틱 시계 = 매초마다 회로를 업데이트 하는 시계가 있음(작업 처리 주기)
- 일반적인 컴퓨터와 비슷한 instruction pipeline을 가짐
- 3-operand = 연산을 수행할 때 연산 후 자료의 목표와 연산 수행할 2 위치를 알려줌
- RISC architecture = reduced instruction set computer 프로그램의 길이는 다소 길어도 명령어 실행 시간을 최소화하는 형식이다



전체적인 스펙

- 하나의 명령어당 16비트를 사용, 그 16 비트 중 명령어를 통해 수행해야 하는 일을 알려주는 부분이 5비트
- 67개의 고유한 명령어로 쉬운 프로그래밍이 가능하다

Overall specs

- 16 bit instructions with 5 bit opcode
- 67 unique instructions
- Instruction set designed for ease of programming



레지스터

- 자료를 보관하는 가장 빠른 기억 장소(계산 수행 중 값 저장)
- 8비트 레지스터가 사용됨(단순 계산 위주)

Registers

- 7 general purpose dual read registers (R1 - R7)
- R0 (zero register) reads constant zero, writes are ignored
- All registers can be used as pointer



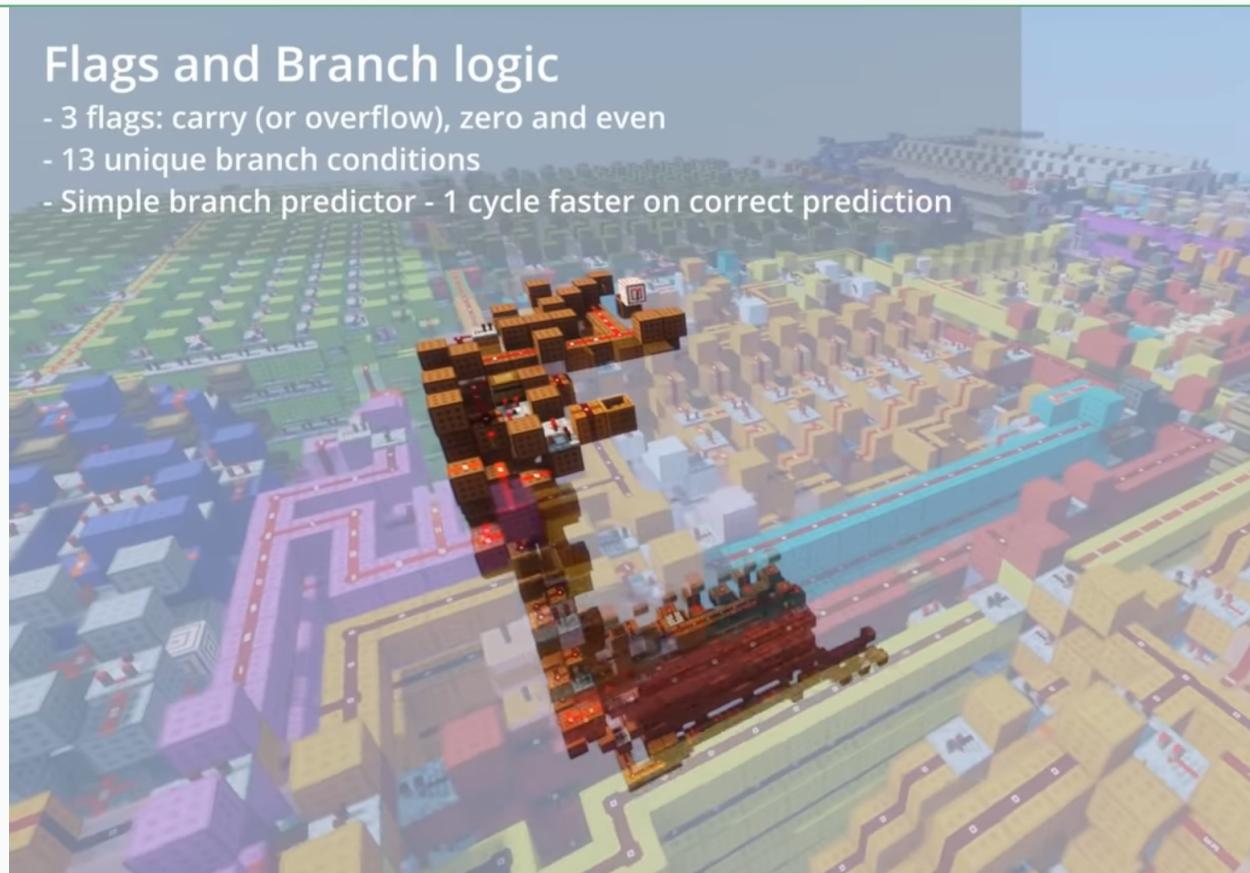
ALU(Arithmetic and Logic Unit)

- 덧셈과 뺄셈 비트 연산 등 간단한 연산에 사용되는 연산장치
- immediates, 즉 빠른 연산을 위해서 메모리에서 까지 연산 방법을 가져오지 않아도 바로 시행해주는 코드가 존재



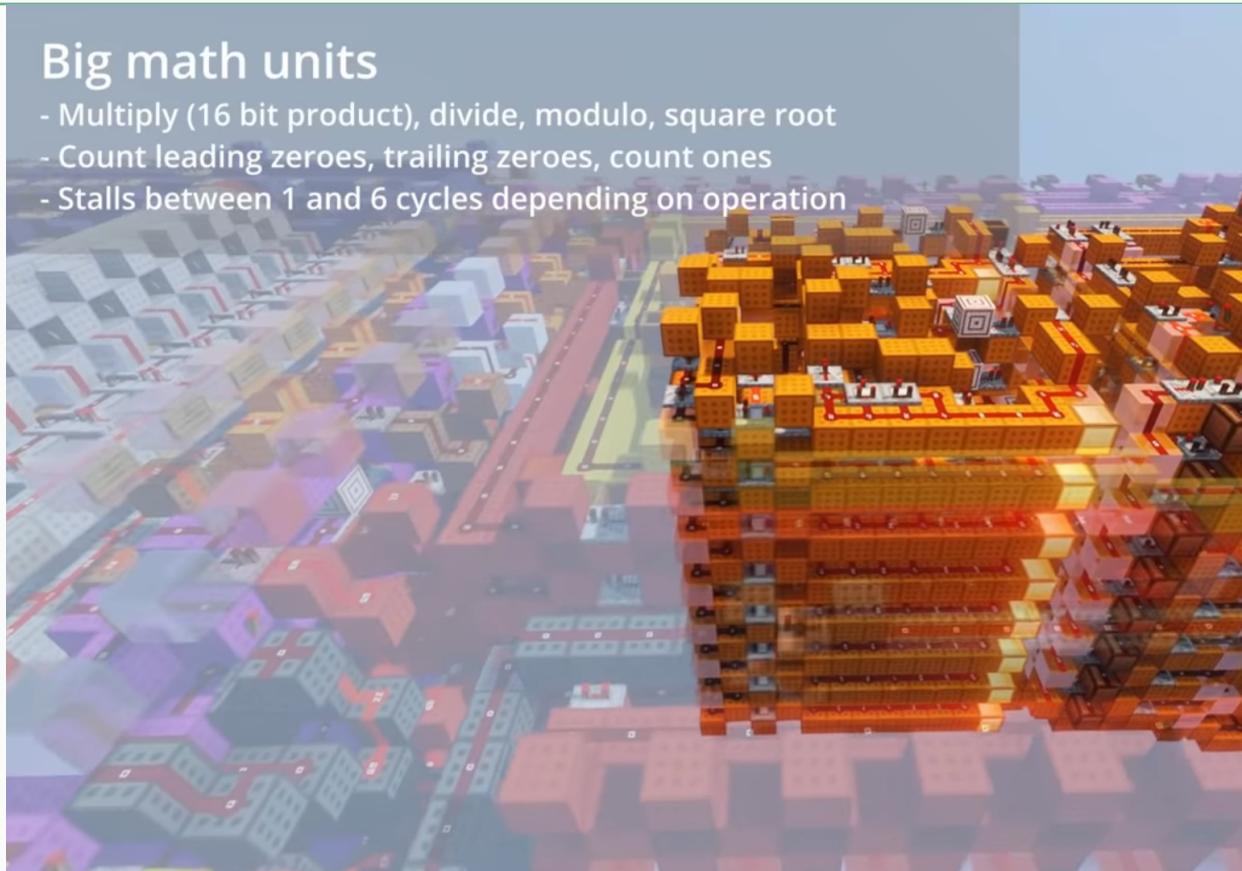
Flags and Branch

- 3개의 flag존재 CF(또는 OF)는 계산 중 숫자가 너무 커서 overflow가 발생할 때 사용, ZF는 계산 결과가 0일 때를 확인하고, even(Parity Flag)는 홀짝성을 이용해 계산의 오류가 있는지 판단한다
- 위 기능과 함께 조건문의 기능이 포함된 branch가 같이 사용된다
- branch predictor는 말 그대로 조건문의 결과를 미리 예상해서 빠른 연산을 가능하게 해준다



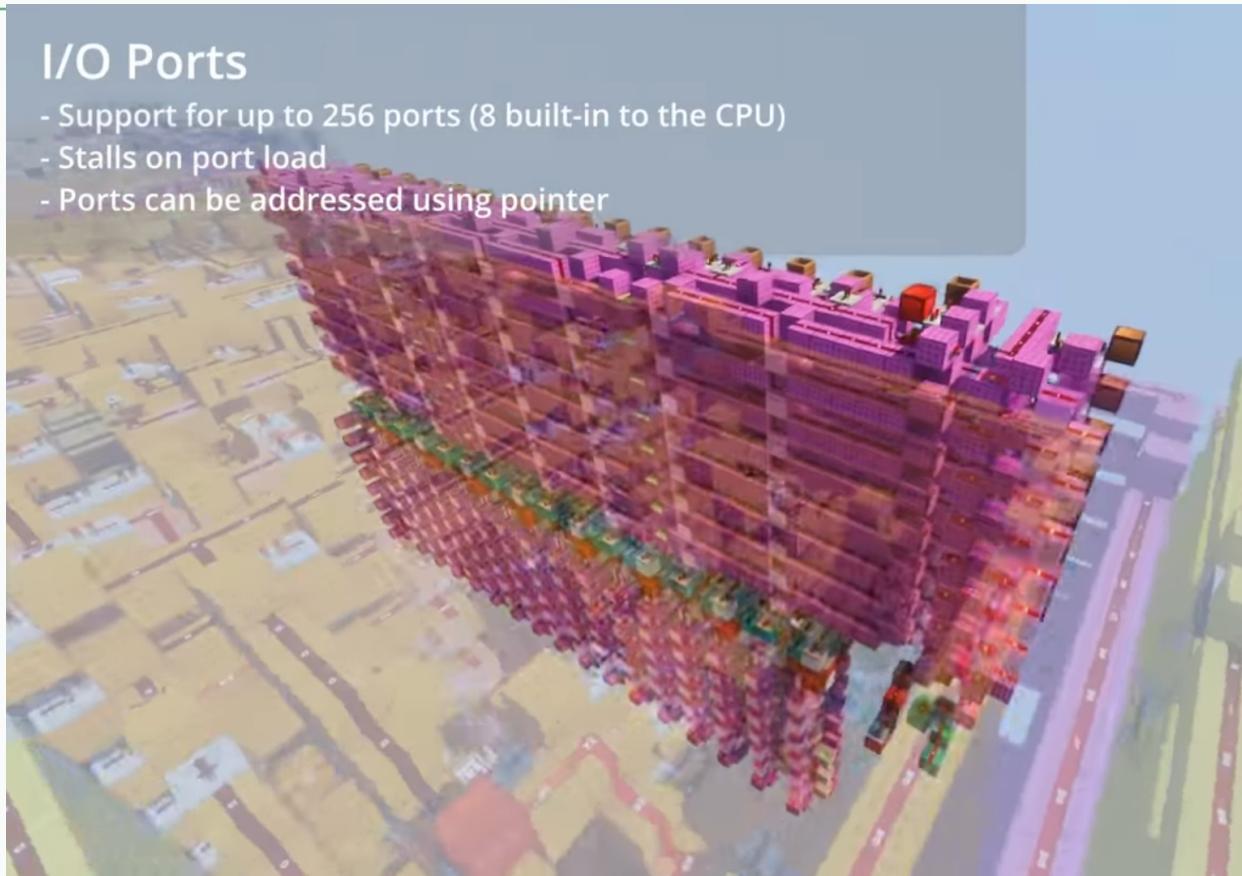
Big math units

- 큰 연산이 필요한 곱셈, 나눗셈, 루트 등을 계산할 때 사용되는 장치
- 연산을 빨리 하기 위해서 숫자의 1이 처음으로 나오기 전의 0을 앞뒤로 세고, 총 1의 개수도 센다
- 실행해야 하는 계산의 크기에 따라 처리 속도에 차이가 날수 있으므로 stalling 기능도 포함됨



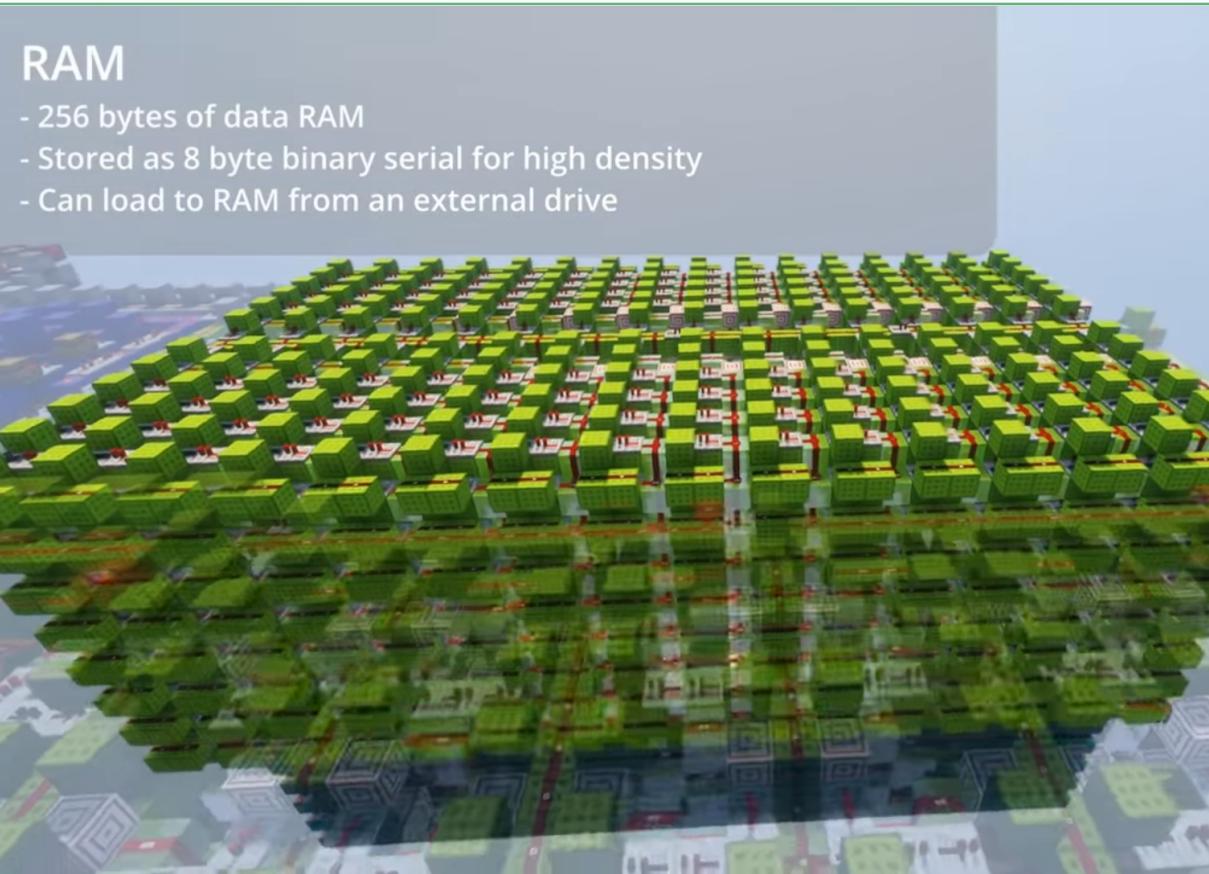
I/O 포트

- 데이터를 받고 보내는 장치
- 전송하려는 데이터는 포인터를 사용
- 너무 많은 데이터를 전송하려고 하면 자동으로 stall 할 수 있게 만듬



RAM(Random Access Memory)

- 총 256 바이트의 데이터를 저장 가능
- 연속된 8 바이트 형식으로 데이터 저장의 효율성 증대

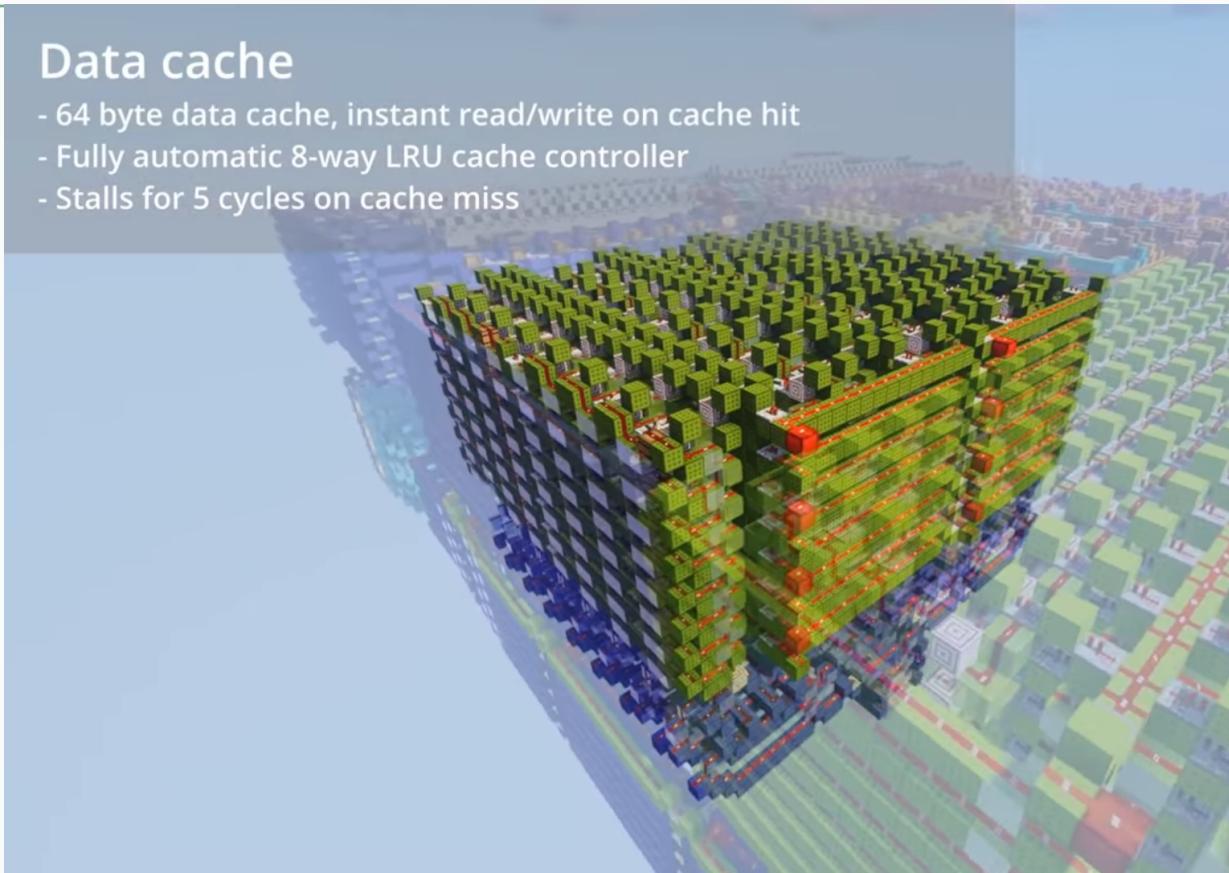


데이터 캐시

- 64바이트 크기의 캐시로 빠른 데이터의 저장/회수 가능
- 가장 사용되지 않은 오래된 데이터를 삭제하는 LRU(least recently use) 방식을 사용

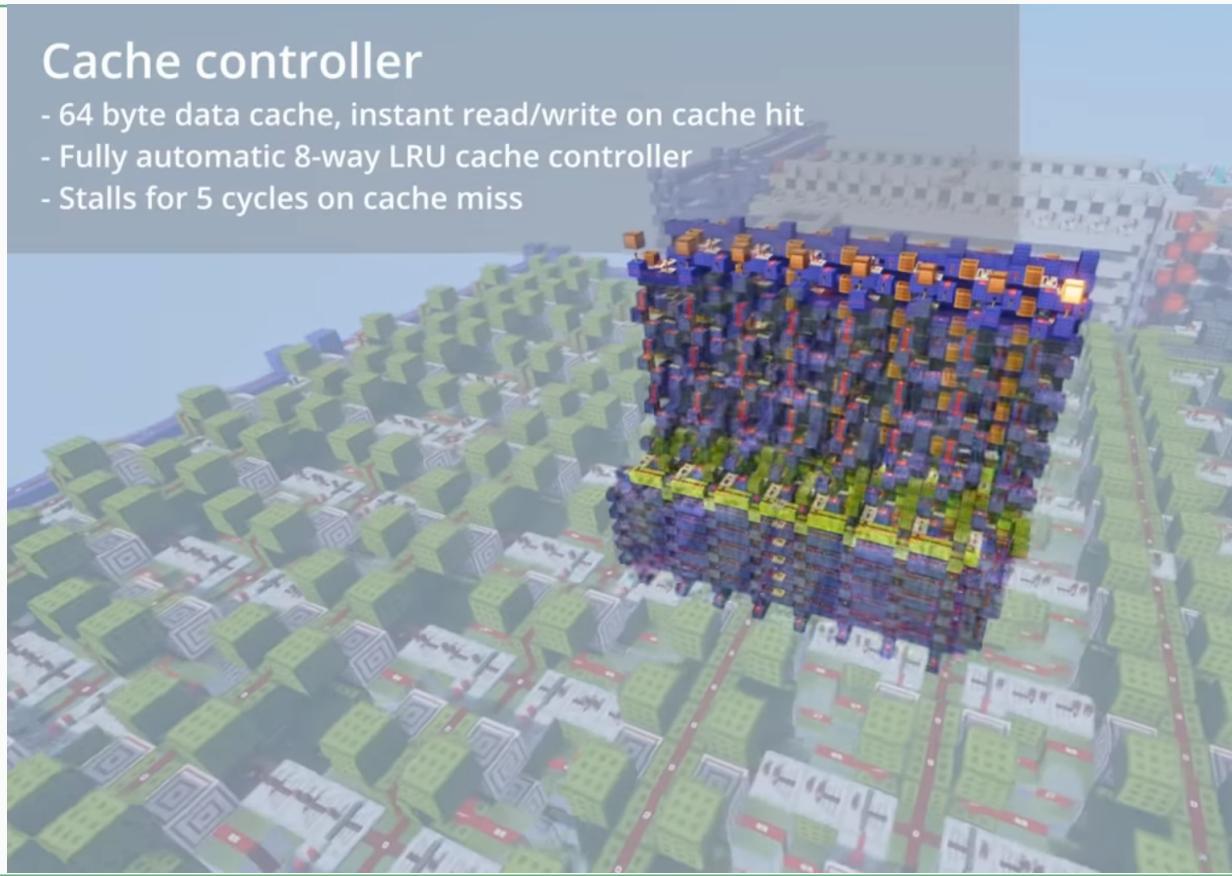
Data cache

- 64 byte data cache, instant read/write on cache hit
- Fully automatic 8-way LRU cache controller
- Stalls for 5 cycles on cache miss



Cache controller

- 64바이트 크기의 캐시로 빠른 데이터의 저장/회수 가능
- 가장 사용되지 않은 오래된 데이터를 삭제하는 LRU(least recently use) 방식을 사용



Cache controller

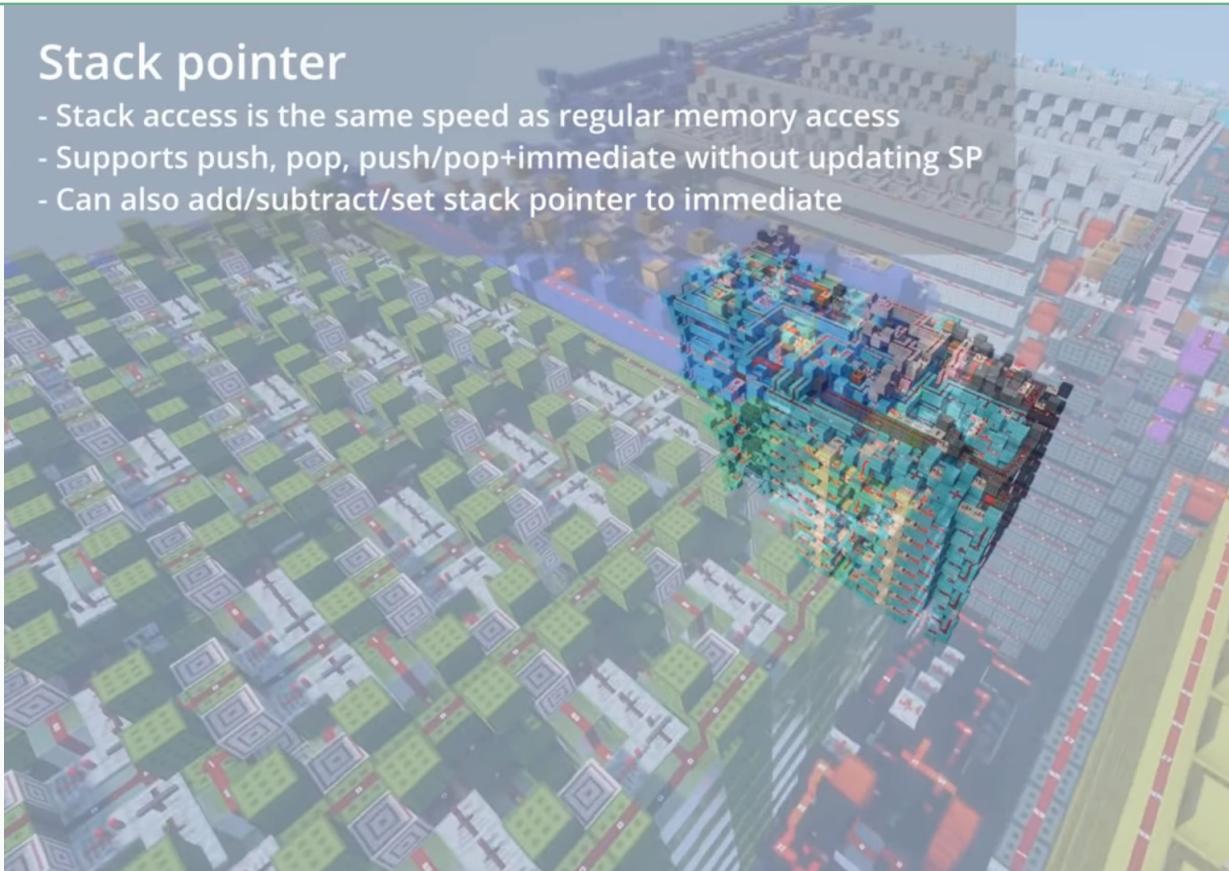
- 64 byte data cache, instant read/write on cache hit
- Fully automatic 8-way LRU cache controller
- Stalls for 5 cycles on cache miss

스택 포인터

- 일반적인 메모리 저장소를 사용하는 것과 비슷한 속도로 사용 가능
- 스택을 업데이트하지 않아도 push, pop등 연산을 한 이후 바로 데이터가 변형됨

Stack pointer

- Stack access is the same speed as regular memory access
- Supports push, pop, push/pop+immediate without updating SP
- Can also add/subtract/set stack pointer to immediate

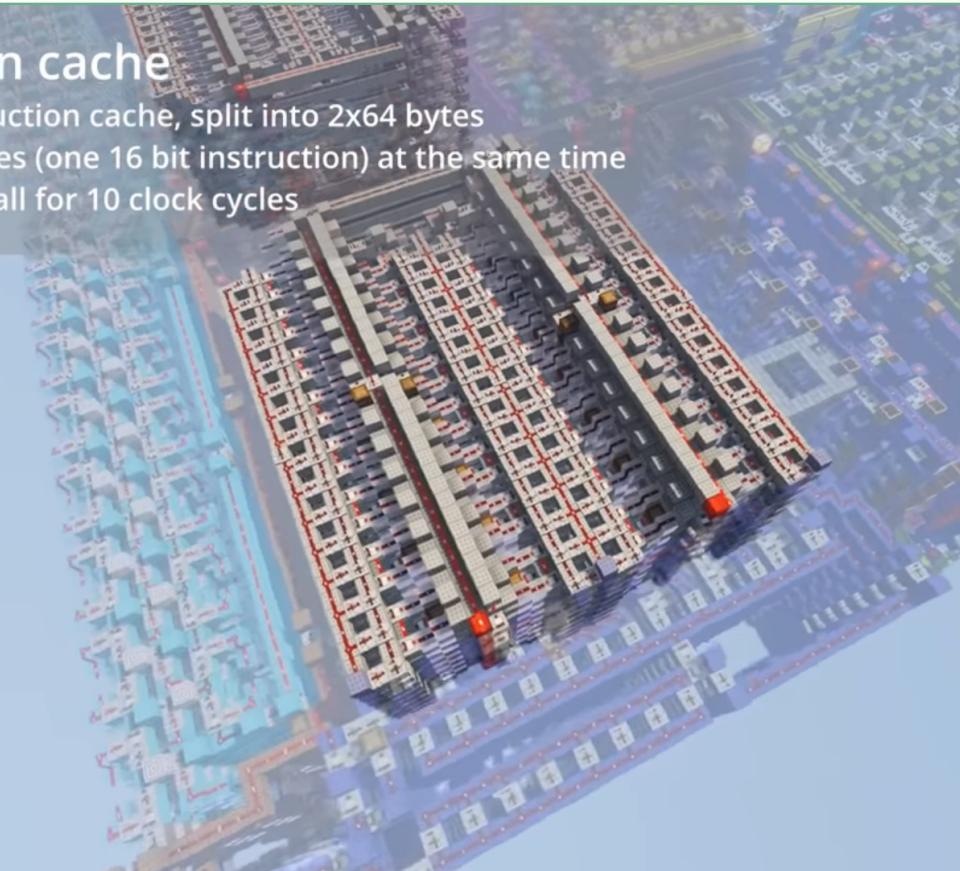


명령어 캐시

- 128 바이트의 명령어를 저장할 수 있는 캐시
- 한번에 2 바이트의 명령어를 읽기 가능
- 코딩에 필요한 다양한 명령어가 저장되어 있음

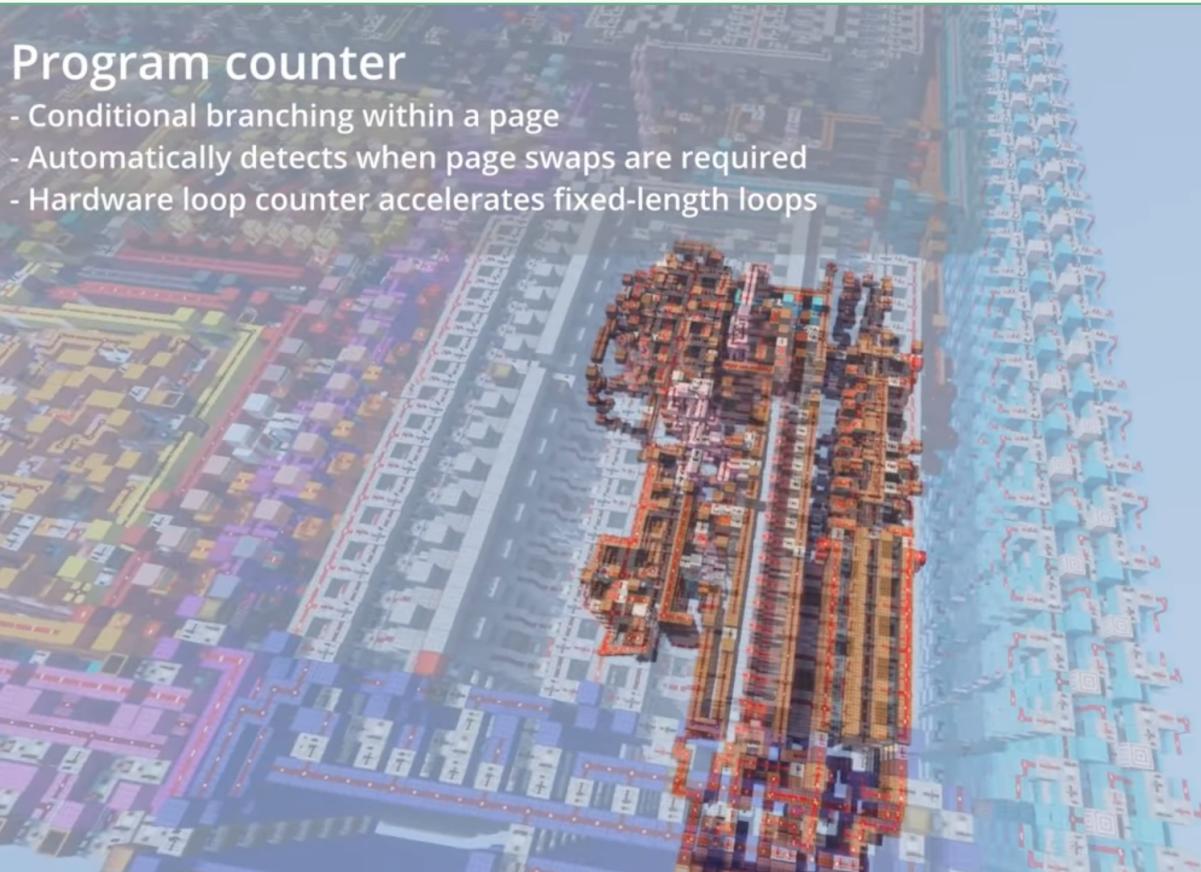
Instruction cache

- 128 byte instruction cache, split into 2x64 bytes
- Reads two bytes (one 16 bit instruction) at the same time
- Page swaps stall for 10 clock cycles



프로그램 카운터

- 프로그램 실행 시 다음으로 실행할 기계어 코드의 위치를 지정한다
- 조건문에 대한 대처가 필요할 때를 자동으로 계산
- 반복문 계산기로 정해진 숫자만큼 반복하는 루프를 효율적으로 계산

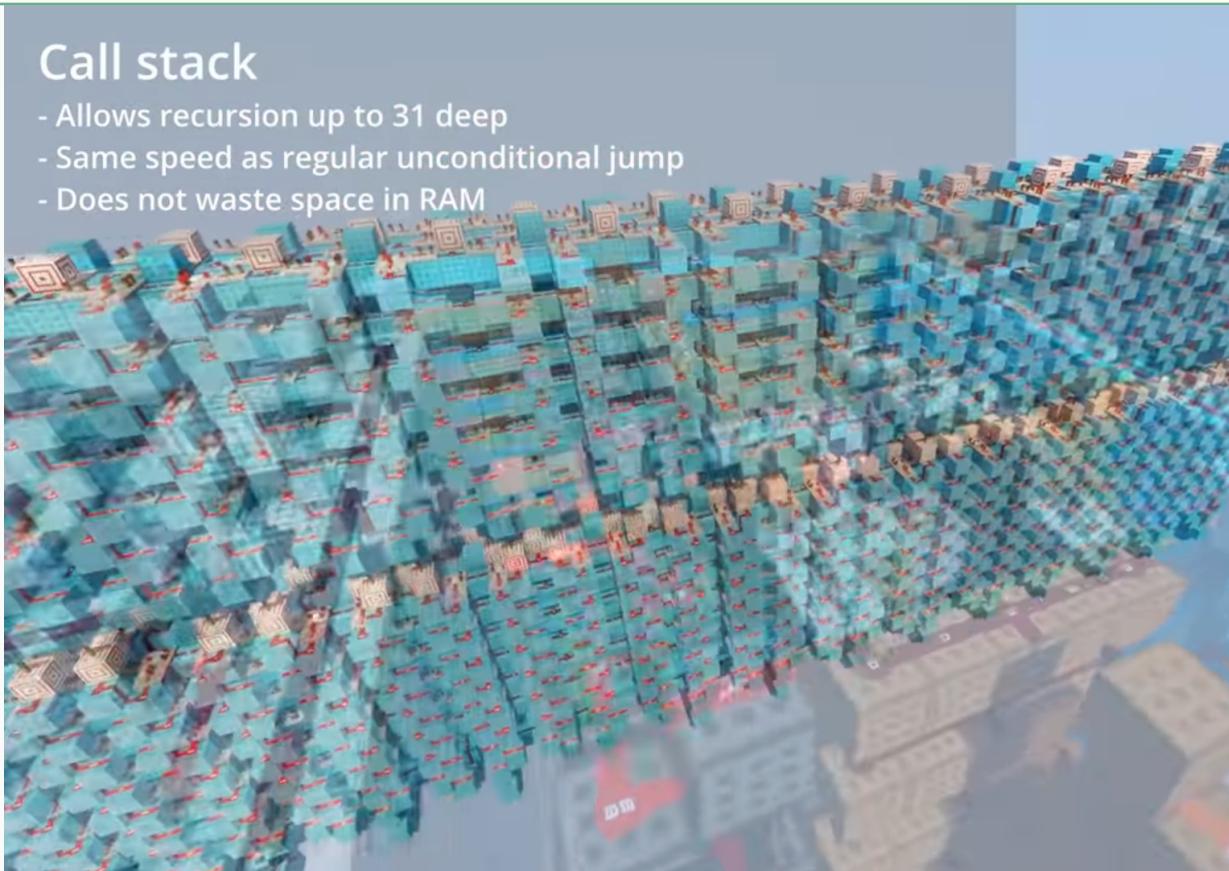


콜 스택

- 31번만큼 큰 재귀문 실행 가능
- RAM에 저장공간 낭비를 최소화
- 프로그램 실행 마지막 단계에서 반환할 데이터의 주소를 결정함

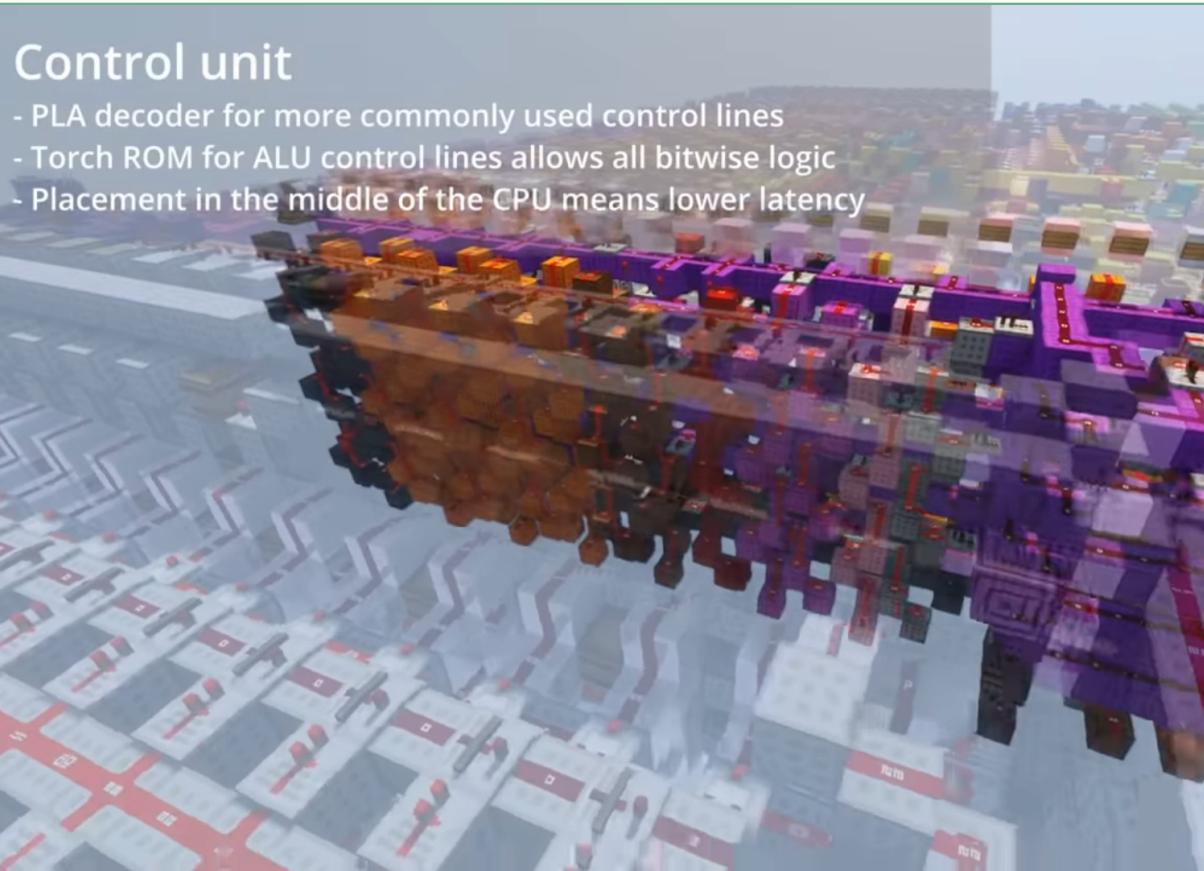
Call stack

- Allows recursion up to 31 deep
- Same speed as regular unconditional jump
- Does not waste space in RAM



Control Unit

- PLA(programmable logic array)를 통해 다양한 디코더의 유동적인 설계가 가능
- ALU와 연결된 ROM으로 모든 비트 연산 가능



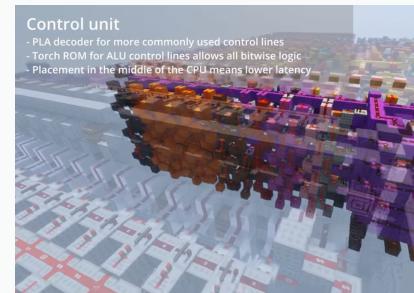
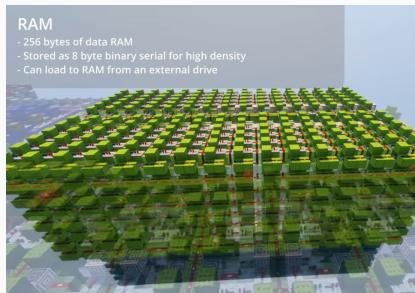
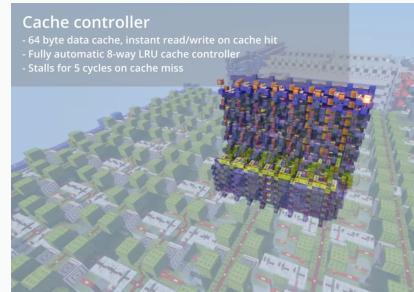
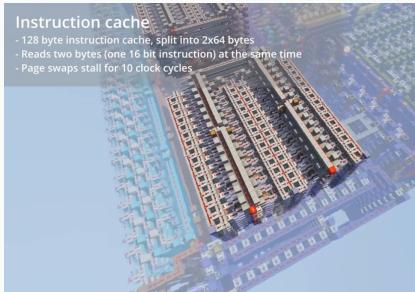
CPU 작동 순서의 기본

1. fetch(인출)
2. decode(해석)
3. execute(실행)
4. writeback(쓰기)

3. 어떻게 작동하는가

1. fetch(인출)

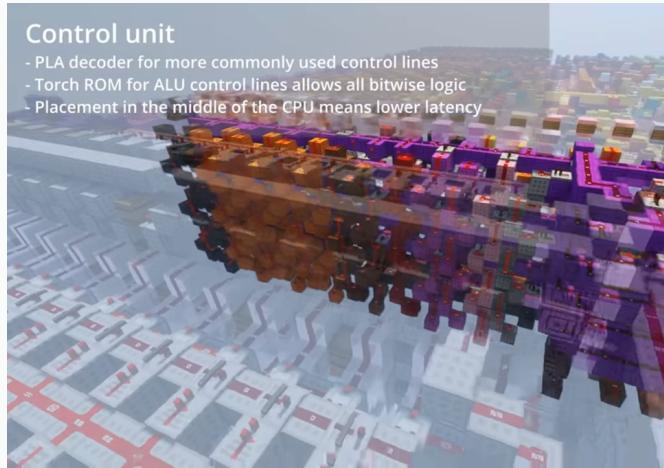
- 다음으로 실행할 명령어가 메모리에서 불림



- program counter에서 다음으로 실행할 명령어의 주소 제시
- instruction cache에서 먼저 명령어가 있는지 cache controller가 확인
- 없다면 RAM에서 찾음
- control unit이 위 모든 일을 총괄

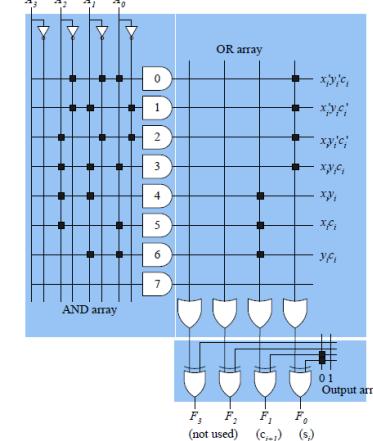
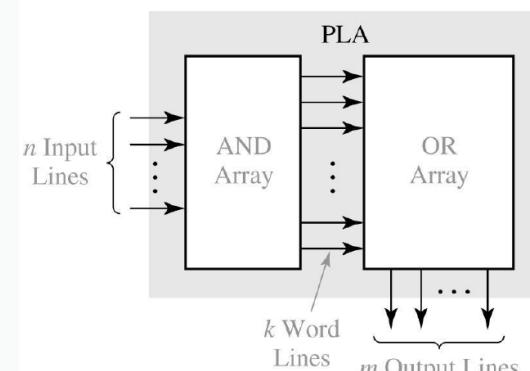
2. decode(해석)

- 명령어의 해석하고 이 명령어의 종류와 타겟 데이터를 판단한다



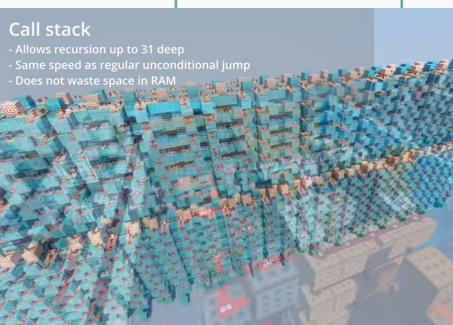
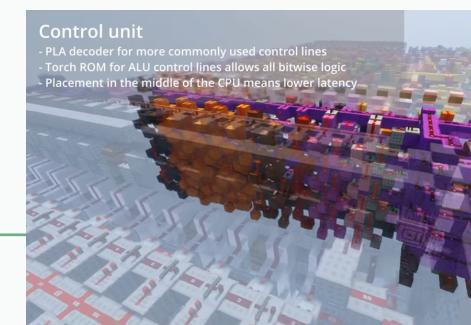
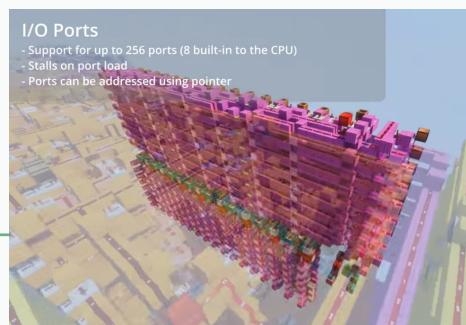
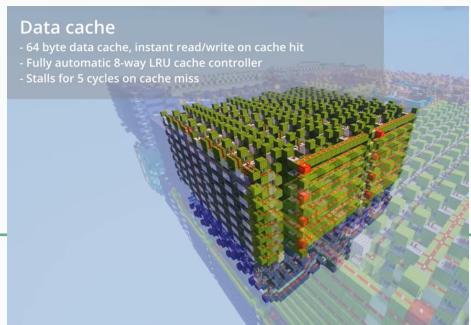
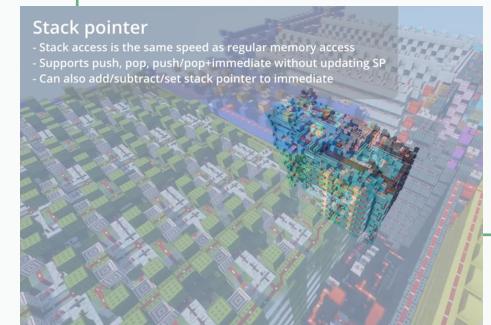
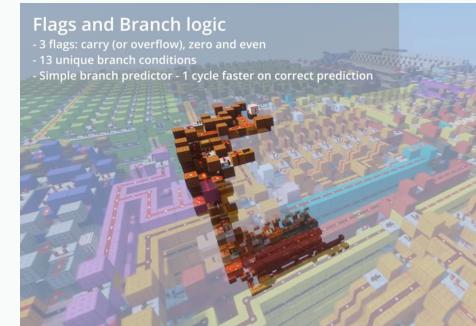
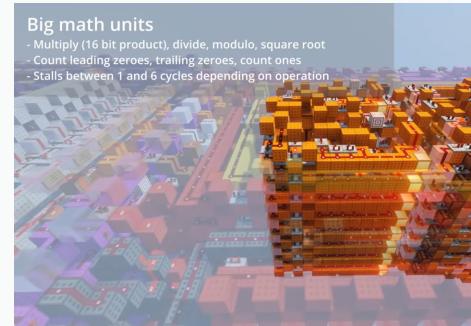
명령어의 해석은 control unit이 실행한다

이 예시에서는 PLA decoder가 사용되었다



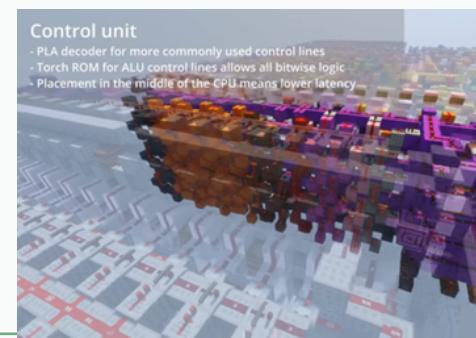
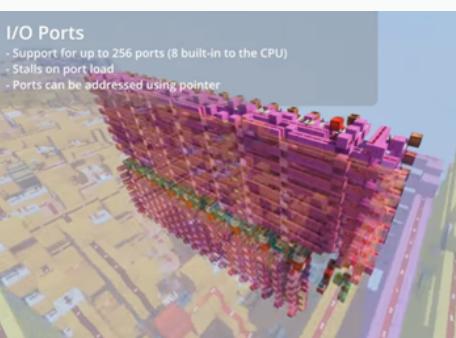
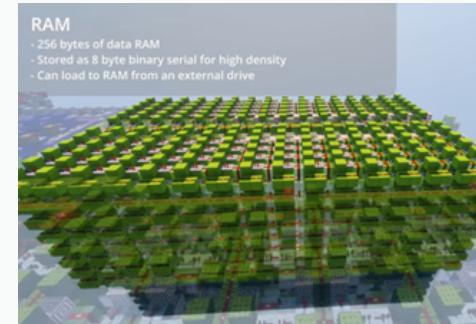
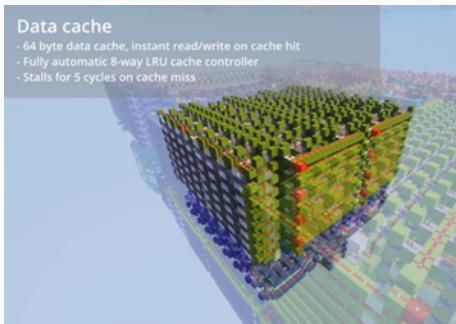
3. execute(실행)

- 말 그대로 프로그램을 실행하는 단계
- 프로그램의 종류에 따라서 사용되는 부분에 차이가 있다



4. writeback(쓰기)

- 명령어 대로 처리한 부분을 메모리에 기록하는 단계



그래서 이 컴퓨터의 스펙은?

CHUNGUS 2 specs

- Processor (CPU): CHUNGUS2 1.0 Hz
- Memory (RAM): 256 B.
- Graphics (GPU): None
- Network: None
- Storage: 4 KB ROM.