

1. 명령어 주소 미스얼라인드 (Instruction address misaligned)

유형: Fault

발생 조건: 명령어를 가져오는 주소가 올바르게 정렬되지 않았을 경우 발생

특수 레지스터: mtval (misaligned 주소 저장), mepc (익셉션이 발생한 명령어의 주소)

복귀 방법: mepc에 저장된 주소로 복귀, SRET 또는 MRET 명령어 사용

프리빌리지 모드: 발생 시 U-mode에서 M-mode로 전환

2. 명령어 접근 오류 (Instruction access fault)

유형: Fault

발생 조건: 접근할 수 없는 메모리 영역에서 명령어를 가져오려고 할 때 발생

특수 레지스터: mcause, mtval (접근 불가 주소 저장)

복귀 방법: 복구 불가능 시 시스템 재부팅 필요

프리빌리지 모드: M-mode로 전환

3. 불법 명령어 (Illegal instruction)

유형: Trap

발생 조건: 정의되지 않았거나 지원되지 않는 명령어를 실행하려 할 때 발생

특수 레지스터: mtval (불법 명령어 저장), mepc

복귀 방법: mepc에서 복귀 후, 잘못된 명령어 수정

프리빌리지 모드: U-mode에서 발생, M-mode로 전환

4. 브레이크포인트 (Breakpoint)

유형: Trap

발생 조건: 디버깅을 위해 명령어 실행이 중단될 때 발생

특수 레지스터: dcsr, mepc

복귀 방법: 디버깅 완료 후 mepc에서 복귀

프리빌리지 모드: U-mode에서 발생 가능, M-mode로 전환

5. 로드 주소 미스얼라인드 (Load address misaligned)

유형: Fault

발생 조건: 데이터를 로드하는 주소가 올바르게 정렬되지 않았을 때 발생

특수 레지스터: mtval, mepc

복귀 방법: mepc에서 복귀 후, 메모리 접근 수정

프리빌리지 모드: M-mode로 전환

6. 로드 접근 오류 (Load access fault)

유형: Fault

발생 조건: 접근할 수 없는 메모리 영역에서 데이터를 로드하려 할 때 발생

특수 레지스터: mtval, mcause

복귀 방법: 접근 권한을 수정하거나 시스템 리셋

프리빌리지 모드: M-mode

7. 스토어/AMO 주소 미스얼라인드 (Store/AMO address misaligned)

유형: Fault

발생 조건: 데이터를 저장할 때 주소가 올바르게 정렬되지 않았을 때 발생

특수 레지스터: mtval, mepc

복귀 방법: 올바른 주소로 수정 후 mepc에서 복귀

프리빌리지 모드: M-mode

8. 스토어/AMO 접근 오류 (Store/AMO access fault)

유형: Fault

발생 조건: 접근할 수 없는 메모리 영역에 데이터를 저장하려 할 때 발생

특수 레지스터: mtval, mcause

복귀 방법: 접근 권한 확인 후 수정

프리빌리지 모드: M-mode

9. 유저 모드에서 환경 호출 (Environment call from U-mode)

유형: Trap

발생 조건: 사용자 모드에서 시스템 호출이 발생하는 상황

특수 레지스터: mcause, mepc, mtval

복귀 방법: 시스템 호출 처리 후 SRET으로 복귀

프리빌리지 모드: U-mode에서 M-mode로 전환

10. 기계 모드에서 환경 호출 (Environment call from M-mode)

유형: Trap

발생 조건: 기계 모드에서 시스템 호출이 발생하는 상황

특수 레지스터: mcause, mepc

복귀 방법: 시스템 호출 처리 후 MRET으로 복귀

프리빌리지 모드: M-mode 유지

11. 명령어 페이지 폴트 (Instruction page fault)

유형: Fault

발생 조건: 명령어를 가져오는 중에 페이지 폴트가 발생하는 상황

특수 레지스터: satp (페이지 테이블 관리), mepc, mtval

복귀 방법: 페이지 폴트 처리 후 mepc에서 복귀

프리빌리지 모드: M-mode

12. 로드 페이지 폴트 (Load page fault)

유형: Fault

발생 조건: 데이터를 로드하는 중에 페이지 폴트가 발생하는 상황

특수 레지스터: satp, mepc, mtval

복귀 방법: 페이지 폴트 처리 후 mepc에서 복귀

프리빌리지 모드: M-mode

13. 스토어/AMO 페이지 폴트 (Store/AMO page fault)

유형: Fault

발생 조건: 데이터를 저장하거나 AMO 연산을 할 때 페이지 폴트가 발생하는 상황

특수 레지스터: satp, mepc, mtval

복귀 방법: 페이지 폴트 처리 후 복귀

프리빌리지 모드: M-mode

<특수 레지스터 목록(확정은 아님)>

1. mtval (Machine Trap Value Register)

저장하는 내용:

잘못된 주소 또는 예외와 관련된 추가 정보를 저장함. 예를 들어, misaligned 주소나 접근 불가 주소를 저장한다. 명령어가 불법인 경우 해당 명령어가 저장되기도 함.

사용하는 예외 상황: 주소 정렬 오류, 접근 오류, 페이지 폴트 등

2. mepc (Machine Exception Program Counter)

저장하는 내용:

예외가 발생한 명령어의 주소를 저장. 예외 처리 후 프로그램이 정상적으로 복귀할 수 있도록 이 주소로 돌아가 명령어 실행을 재개.

사용하는 예외 상황: 대부분의 예외에서 사용되며, 명령어 주소 미스얼라인드, 페이지 폴트 등

3. mcause (Machine Cause Register)

저장하는 내용:

예외가 발생한 이유를 저장. 이 레지스터는 예외가 발생한 원인을 구체적으로 나타내며, 예외의 종류(인터럽트인지 트랩인지 등)와 세부 원인을 알려주는 용도.

사용하는 예외 상황: 시스템 호출, 접근 오류, 불법 명령어 등

4. satp (Supervisor Address Translation and Protection)

저장하는 내용:

페이지 테이블을 관리. 가상 메모리를 사용할 때 페이지 테이블의 기준 주소를 저장하고, 메모리 보호와 관련된 설정을 관리한다.

사용하는 예외 상황: 페이지 폴트 관련 예외 처리 시 사용

5. dcsr (Debug Control and Status Register)

저장하는 내용:

디버깅과 관련된 상태와 제어 정보를 저장. 브레이크포인트 등 디버깅 예외 처리 시에 사용됨

사용하는 예외 상황: 브레이크포인트와 같은 디버그 예외 상황