



LIBERTAS
JUSTITIA
VERITAS

H-VAD 임상실험용 코드 테스팅 결과 보고

정세훈

고려대학교

gifaranga@korea.ac.kr

2010.04.12



분석 대상 소스 코드 선정

- **CTRL_Sub**
 - Motor_Start, Motor_Stop, Check_Abnormal_Stop, Etc.
- **DefaultIsr**
 - T3PINT_ISR, CAPINT1_ISR, Etc.
- **LCD_Sub**
 - LCD_Process
- **제외된 코드**
 - CDMA_Sub.c, SCI_Sub.c, DSP281x_Sci.c, Etc.
 - 주로 제조사에서 제공하는 기본 골격
 - 테스트 환경에서 완전히 사용되지 않는 기능

1차 실험 분석 결과

- **CAPINT1_ISR** 비정상 동작 탐지

- 펌프가 중간 지점을 지나가는지 여부를 알리는 hall sensor 인터럽트
- 펌프 작동 중심점 보정
- 본 인터럽트가 발생하지 않아도 H-VAD는 작동 했음
- Hall sensor 하드웨어의 고장으로 판단 → 인공심장 교체

- **Check_Abnormal_Stop** 비정상 동작 탐지

- 펌프의 비정상 작동 중지 탐지 로직
- 주석 처리 되어 있음
- 실험 대상 소스코드의 버전 문제로 밝혀짐 → 동물실험 버전으로 교체



LIBERTAS
JUSTITIA
VERITAS

1차 실험 분석 결과

• SPARROW 결과 관찰

- 1 Buffer overrun (HS_Group[HSI_Pattern])
- 2 Divided by zero (MC_Sample_Counter, LLP_Sample_Counter, RLP_Sample_Counter)
- 각 지점에 break-point 설정 후 수행
- 증상을 발견하진 못 함
- 조건문 등으로 보호할 필요성이 있어 보임.





LIBERTAS
JUSTITIA
VERITAS

2차 실험 과정

- 실험 시간 및 기록 간격
 - 약 12시간 연속 작동
 - 2시간 간격 버튼 이벤트 발생 및 기록
 - 1차 실험과정 지적 사항 수렴 (단순한 실험 시나리오)
 - 소스 코드와 로그를 이용해 동적으로 시나리오 작성
 - 경계 값 입력
 - Case, if-else if-else 조건 분석 후 테스트 케이스 작성

- 실험 소스코드 버전
 - 동물 실험용 소스코드 사용
 - 1차 실험 버전은 실험 버전 성격이 강해 검증 대상으로 부적격





2차 실험 결과

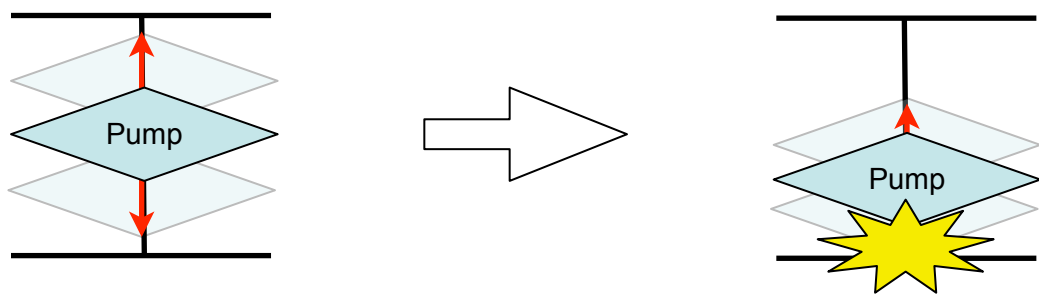
- 최고 약 77.3 % 의 probe를 수행
- **Abnormal stop**
 - 다양한 부분에서 코드 수행 조건으로 사용됨
 - 인위적인 발생은 기계 고장을 일으킬 수 있음
 - 한국인공장기센터와 협조가 필요
- **CAPINT1_ISR: 327 line**
 - DSP281x_DefaultIsr.c
 - Center_Dev_DIR 에 따른 3가지 분기
 - Center_Dev_DIR == RIGHT_DIR 경우만 수행됨
- **EM_Adjustor: 1251 line**
 - CTRL_Sub.c
 - 사용되지 않는 함수

- CTRL_Sub - CAPTURE_Process: 67 ~ 106 line

- End_Brk_Flag ≠ TRUE
- 코드 리뷰가 필요해 보임

- Stroke Length == 30 일 때 보이는 이상 증상

- SL = 30 일 때 일정 시간 후 Pressure Rate에 관계없이 고속으로 움직임
- 펌프 운동의 중심이 아래쪽으로 점차 이동하여 바닥을 치는 현상
- 중앙 hall sensor 입력 부재 오류 발생
 - Emergency_OP_2





LIBERTAS
JUSTITIA
VERITAS

2차 실험 결과



LIBERTAS
JUSTITIA
VERITAS

2차 실험 결과



앞으로의 과제

- 수행 기록 결과에 대한 제작자와 리뷰
- 소스 코드에 삽입한 **probe** 정보 다각화
 - 수행 횟수 및 시간 정보
- 특정 **SL**값에 대한 이상 작동 현상 분석 및 개선 방안 검토
- **Hall sensor** 인터럽트 작동 감시 로직 검토
- 실험 프로그램 개선
 - 수행 과정, 결과 시각화