

Software Verification & Validation

Specification Review, System Re-Testing
& Static Analysis Report

[OOAD Team B3]

201511298 주재빈

INDEX

1. 서론

2. Spec Review

1. 다양한 용어 사용 지적에 대하여
2. 임의 변경된 스펙에 대하여

3. System Testing

1. 카테고리

2. 테스트 케이스 일람

- i. combinatorial testcase 일람
- ii. pairwise testcase 일람

3. 테스트 실행

- i. combinatorial test 실행결과
- ii. pairwise test 실행결과
- iii. brute-force test 성공전환

4. Static Analysis

1. Test Coverage

- i. Unit Test Coverage
- ii. Unit Test + 일부 자동화된 System Test 의 Coverage

2. pmd & findbugs

- i. pmd 탐지 경고
- ii. 주관적으로 선별한 에러
- iii. findbugs 탐지 경고

1. 서론

테스트 활동 Iteration#1 에서 제작한 테스트케이스에는 부족한 점이 여럿 있었습니다. 첫 째, 당시 스펙의 변경사항이 테스트 케이스에 곧바로 반영되지 못 했다는 점. 둘 째, 테스트 케이스 식별자를 TSL Generator 의 키 값으로만 표현하여 식별하기 어려웠던 점, 셋 째, 대푯값으로 Classes of Value 가 아닌 여러 상수 값을 쓰는 바람에 Redundant 하게 테스트 케이스가 붙어났던 점입니다.

이런 문제를 안고 있던 테스트 케이스를 그대로 버전 업하여 사용한다면 관리하는데 애를 먹을 것이라고 판단하였습니다. 그리하여 TSL 스크립트를 한 번 리팩터링 하였습니다. 테스트 케이스는 기존 176 개에서 116 가지로 줄었습니다. 또 테스트 케이스 구분을 위해 키 값을 사용하지 않고 좀 더 읽기 쉬운 Verbose 표현을 부여하였습니다.

리팩터 된 테스트 케이스는 Iteration#1 에서 산출된 jar 파일과, Iteration #2 에서 산출된 jar 파일에 대하여 테스트되었습니다. 새로이 진행된 Iteration#1 테스트 결과, 총 27 개의 케이스가 실패하였고 시스템은 4 가지 버그를 일으킨다고 정리할 수 있었습니다.

1. D-1 을 D-0 로 표시하는 DDAY 잔여일 표시 오류
2. Alarm 및 Timer 시간 만료로 인하여 버저가 중복으로 울릴 때 종료 불가 현상
3. 2 에 의해 View 를 제어할 수 없는 치명적인 부수효과
4. Alarm 의 종료에 따라 Alarm 의 활성화상태도 Off 되는 부수효과

이들은 이전 실행에서도 발견되었던 문제들입니다. 개발팀에게 보고된 후 문제점들은 코드와 스펙을 개선하는 것으로 새 빌드에서 해결되었습니다. 새로운 jar 파일에 대하여 테스트 케이스들을 다시 실행한 결과총 116 개의 테스트 케이스 중에서 6 개의 케이스는 더 이상 의미가 없어 배제하였을 때, 총 110 개의 테스트 케이스가 성공하였습니다. 즉 테스트는 모두 통과하였습니다.

한편, 우리는 코드 커버리지 계산을 위해 Cobertura 툴을 사용하였습니다. 시스템 테스트 일부가 Junit 코드로 자동화되어 있습니다. 그러므로 커버리지 계산 값은 개발팀이 작성한 Unit Test 과 일부 자동화된 System Test 도 함께 따진 값을 다루겠습니다.

위험성 분석 도구로 Findbugs, PMD 를 사용하였으며, 상당히 많은 위반사항들이 도출되었는데요. 그 중에서 자바 코드 컨벤션 위반이나 객체지향원칙 위배와 연결되는 사항을

주요 이슈로 추려서 개발팀에 보고하려고 합니다. 이슈를 추리는 데에는 조슈아 블록 저, Effective Java 에서 소개된 팁들에 영향이 있던 것으로 생각합니다.

그러면 다음 장부터 Iteraion#2 로 넘어오면서 개발자들과 합의한 스펙의 변동내역, 리팩터 된 카테고리, 테스트 케이스, 테스트 실행 결과를 망라하고, 마지막으로 Coverage 값 및 정적분석 이슈를 소개하도록 하겠습니다.

2. Spec Review

2.1. 다양한 용어사용 지적에 대하여

본인은 명세서의 이해를 해치는 부분으로 'Buzzer, Buzz, 울림'와 같은 단어의 혼용이 발생하고 있음을 지적했습니다. 개발팀은 이를 받아들여 지적 받은 부분 외에도 비일관적인 용어 사용을 더 발견하였고 통일된 용어를 정리하여 보고해 주었습니다.

1) 모호한 단어 '토글' > '활성화 토글'

기존 D-DAY 유스케이스 명세

| | |
|------|-------------|
| R2.1 | D-DAY 항목 전환 |
| R2.3 | D-DAY 토글 |

명세

| | |
|------|--------------|
| R2.1 | D-DAY 항목 전환 |
| R2.3 | D-DAY 활성화 토글 |

개선 D-DAY 유스케이스

2) '...간 전환' > '항목 전환'

기존 알람 유스케이스 명세

| | |
|------|------------|
| R5.1 | 저장된 알람간 전환 |
| R5.2 | 알람 활성화 토글 |

개선 알람 유스케이스 명세

| | |
|------|-----------|
| R5.1 | 알람 항목 전환 |
| R5.2 | 알람 활성화 토글 |

3) 비슷한 행위의 용어 통일 '시작, 일시 정지, 초기화, 다시 시작'

기존 스탑워치 유스케이스 명세

| | |
|------|------------|
| R6.1 | 스탑워치 시작 |
| R6.2 | 스탑워치 일시 정지 |
| R6.3 | 스탑워치 초기화 |
| R6.4 | 스탑워치 다시 시작 |

기존 타이머 유스케이스 명세

| | |
|------|-----------|
| R4.1 | 타이머 작동 |
| R4.3 | 타이머 일시 정지 |
| R4.4 | 타이머 다시 시작 |
| R4.5 | 타이머 초기화 |

개선 타이머 유스케이스 명세

| | |
|------|-----------|
| R4.1 | 타이머 시작 |
| R4.3 | 타이머 일시 정지 |
| R4.4 | 타이머 다시 시작 |

| | |
|------|---------|
| R4.5 | 타이머 초기화 |
|------|---------|

4) 'Buzz' 용어 통일

기존 알람 유스케이스 명세

| | |
|------|------------|
| R5.4 | 알람 Buzz 종료 |
| R5.5 | 알람 Buzz |

기존 타이머 유스케이스 명세

| | |
|------|-------------|
| R4.6 | 타이머 울림 |
| R4.7 | 타이머 Buzz 종료 |

개선 타이머 유스케이스 명세

| | |
|------|-------------|
| R4.6 | 타이머 Buzz |
| R4.7 | 타이머 Buzz 종료 |

2.2. 임의 변경된 스펙에 관하여

이전 스펙 리뷰에서는 1)알람 Buzz 의 종료가 알람의 활성화도 끈다는 점, 2) 알람의 Snooze 기능이 미구현되어 있는 점을 지적하였습니다. 1 에 대응하여 개발팀은 알람 종료 시 알람이 비활성화 되는 것으로 명세를 이해하면 된다고 입장을 전하였습니다.

| | |
|--------------------------------------|---|
| Actor | 20. 알람 Buzz 종료 |
| Actor | User |
| Type | Evident |
| Prerequisites | 알람 Buzzer 가 울리고 있다. |
| Typical Courses of Events | (A) : Actor (S) : System 1.(A): User 가 알람 Buzzer 에 대해 종료를 요청한다. 2.(S): 시스템이 알람 Buzzer 를 종료시킨다. 3.(S): 알람을 종료한다. (→ 알람의 비활성화를 의미한다) |
| Alternative Courses of Events | Line 1 : 1 분이 지나도 User 가 Buzzer 를 종료시키지 않으면, 시스템이 알람을 자동적으로 종료시킨다. (Hidden) |
| Exceptional Courses of Events | |

2 에 대하여는 설계 구조 상 한계로 Snooze 기능의 구현이 어려웠음을 밝혔으며 1000, 2030 문서를 **버전 업** 하여 Snooze 에 관한 내용을 제거했습니다. 위 20 번 명세는 사실 이전 버전에서 Snooze 를 포함하고 있었습니다.

| | |
|--------------|----------------|
| Actor | 20. 알람 Buzz 종료 |
|--------------|----------------|

| | |
|--------------------------------------|---|
| Actor | User |
| Type | Evident |
| Prerequisites | 알람 Buzzer 가 울리고 있다. |
| Typical Courses of Events | (A) : Actor (S) : System 1.(A): User 가 알람 Buzzer 에 대해 - SNOOZE +종료를 요청한다. 2.(S): 시스템이 알람 Buzzer 를 종료시킨다. 3.(S): 시스템이 5분 후에 다시 울리도록 알람을 설정한다. 4.(S): 알람을 종료한다. |
| Alternative Courses of Events | Line 1 : 1 분이 지나도 User 가 Buzzer 를 종료시키지 않으면, 시스템이 알람을 자동적으로 - SNOOZE +종료 시킨다. ... |
| Exceptional Courses of Events | |

3. System Test

3.1. 카테고리

디지털 시계에는 7 개의 모드 Alarm, DDAY, StopWatch, TimeKeeping, Timer, WorldTime, ModeChange 가 존재합니다. 각 모드에서는 수행할 수 있는 기능들이 있으며 이들이 수행되려면 몇 가지 전제 조건이 만족되어야 합니다. 예를 들어 스톱와치를 Pus 상태로 바꾸려면 이전에 Run 상태여야 한다는 것처럼 말입니다.

이런 특징에 착안하여 7 가지 모드마다 수행할 수 있는 Operation 을 식별하고, 그에 필요한 전제 조건을 규명하는 식으로 카테고리를 구성했습니다. 7 개 모드에 딱히 속한다고 보기 어려운 경우 Common 이라는 분류 하에서 카테고리를 구성합니다.

Iteration#2 의 테스트 케이스는 Iteration#1 의 테스트 케이스의 문제점을 개선하여 만들고자 했습니다. 그래서 기존의 카테고리를 다시 검토하면서

- 비슷한 의미의 값들은 하나로 묶기 ex) 활성화된 Alarm 개수 0,1,2,3,4 개 → 0 개, 1-3 개, 4 개
- if 문 조건을 상세하게 변경하여 Redundant 한 케이스 줄이기
- 통일된 단어와 대문자 사용하기

위 세 사항을 중점적으로 생각하며 카테고리를 작성하였습니다. 다음 장에서는 Iteration#2 에서 규명된 카테고리가 표로 전시되어 있습니다.

| 큰 카테고리 | 카테고리 | 의미 | 값 클래스 | 비고 |
|--------------------|--------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Alarm | Alarm Count | 활성화된 알람의 수 | All Off. | [property AllAlarmOff] |
| | | | Has Off. | - |
| | | | All On. | [property AllAlarmOn] |
| | Alarm Status | 선택된 알람의 활성화 상태 | On | [if !AllAlarmOff] [property AlarmOn] |
| | | | Off | [if !AllAlarmOn] [property AlarmOff] |
| | Buzzer Status | 버저음이 울리는지 여부 | Ring | [property Ringing] |
| | | | Off | - |
| | Mode | 모드 상태 | Normal | - |
| | | | Edit | [if AlarmOff] [property Edit] |
| | Current Field | 현재 커서가 선택중인 필드 | Hour | [if Edit] |
| | | | Minute | [if Edit] |
| | Operations | 기능 | Move Field Forward | [if Edit] |
| | | | Save | [if Edit] |
| | | | Buzzer Off | [if Ringing] |
| Check Buzzer Rings | | | [if !AllAlarmOff && !Ringing] | |
| DDAY | Mode Activation | DDAY 모드가 활성화인가 | DDAY is Activated | - |
| | | | DDAY is not Activated | [error] |
| | DDAY On Count | 활성화된 DDAY의 수 | No DDAY on | [property NoOn] |
| | | | 1-3 DDAYs On | - |
| | | | 4 DDAYs On | [property AllOn] |
| | Selected DDAY Activation | 선택된 DDAY의 활성화상태 | On | [if !NoOn] [property On] |
| | | | Off | [if !AllOn] [property Off] |
| | Mode | 모드 상태 | Normal | [property Normal] |
| | | | Edit | [property Edit] |
| | Field To Edit | 수정 대상 필드 | All | [if Edit] |
| | Operations | 기능 | Move DDAY Forward | [if Normal] |
| | | | Move Backward | [if Normal] |
| | | | Move Field Forward | [if Edit] |
| | | | On Selected DDAY | [if Off && Normal] |
| Off Selected DDAY | | | [if On && Normal] | |
| StopWatch | StopWatch Status | 스톱워치의 상태 | Off | - |
| | | | Run | [property Run] |

| | | | | |
|--------------------|-------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | | Pus | - |
| | | | Edit | [property Edit] |
| | Edit Field | 현재 커서가 선택중인 필드 | Hour | [if Edit] |
| | | | Minute | [if Edit] |
| | Operations | 기능 | Move Field Forward | [if Edit] |
| | | | Clear | [if !Edit && !Run] |
| | | | Start | [if !Edit && !Run] |
| | | | Stop | [if !Edit && Run] |
| TimeKeeping | DDAY is Activated | DDAY 모드가 활성화인가 | DDAYIsOn | [property DDAYOn] |
| | | | DDAYIsOff | - |
| | Mode | 모드 상태 | Normal | [property Normal] |
| | | | Edit | [property Edit] |
| | Current Field | 현재 커서가 선택중인 필드 | Year | [if Edit] |
| | | | Month | [if Edit] |
| | | | Day | [if Edit] |
| | | | Hour | [if Edit] |
| | | | Minute | [if Edit] |
| | | | Sec | [if Edit] |
| | Operations | 기능 | Check Clock Going | [if Normal] |
| | | | Move Field Forward | [if Edit] |
| | | | Move DDAY Forward | [if Normal && DDAYOn] |
| Move DDAY Backward | | | [if Normal && DDAYOn] | |
| Timer | Timer Time | 타이머 세팅 시간 | Zero | [property TimeZero] [single] |
| | | | Future | |
| | Timer Status | 타이머 활성화 상태 | Off | [property Off] |
| | | | Run | [property Run] |
| | | | Pus | [property Pus] |
| | Mode | 모드 상태 | Edit | [property Edit] |
| | | | Normal | [property Normal] |
| | Current Field | 현재 커서가 선택중인 필드 | Hour | [if Edit] |
| | | | Minute | [if Edit] |
| | | | Sec | [if Edit] |
| | Buzzer Status | 버저음이 울리는지 여부 | Ring | [if Normal] [property Ringing] |
| No Ring | | | [if Normal] | |
| Operations | 기능 | Start | [if Normal && !Run && !Ringing] | |

| | | | | |
|-------------|---------------------|--------------|------------------------|--------------------------------|
| | | | Pause | [if Normal && Run && !Ringing] |
| | | | Clear | [if Normal && !Ringing] |
| | | | Stop Ringing | [if Ringing] |
| World Time | Current City | 현재 선택된 도시 | SEL | - |
| | | | PAR | - |
| | | | LON | - |
| | | | NYC | - |
| | Operations | 기능 | Select Other City | - |
| Mode Change | Activated Mode | 활성 모드의 수 | Four | [property Normal] |
| | | | More | |
| | | | Less | |
| | Operations | 기능 | Move Forward | [if Normal] |
| | | | Move Backward | |
| Exit | | | | |
| Common | Button Sound Effect | 버튼 효과음 활성화여부 | On | [property On] |
| | | | Off | - |
| | Current Mode | 현재 선택된 모드 | TimeKeeping | - |
| | | | Else | - |
| | Operations | 기능 | Press And Listen | - |
| | | | Wait Alaram | - |
| | | | Wait Timer | - |
| | | | Go Back To TimeKeeping | - |

3.2. 테스트 케이스 일람

2.1 에서 발견한 카테고리를 토대로 TSL Generator 를 실행하면 총 116 개의 테스트 케이스가 생성됩니다. 괄호 속에는 개선 전의 테스트 케이스 숫자입니다. 이전에는 약 32 개의 FAIL 케이스가 단 하나의 버그를 표현하는 경우가 있었습니다. 때문에 테스트 케이스에 의미 중복이 있다고 판단하여 제약 조건을 검토하여 총 테스트 케이스 수를 줄이게 되었습니다.

| 큰 분류 | 테스트 케이스 수 (이전) |
|-------------|-------------------|
| ModeChange | 7 (7) |
| DDAY | 17 (56) |
| TimeKeeping | 16 (28) |
| Timer | 19 (19) |
| Alarm | 30 (38) |
| StopWatch | 7 (9) |
| WorldTime | 4 (4) |
| Common | 16 (14) |
| 계 | 116 (175) |

이전 테스트 활동에서는 생성된 테스트 케이스들을 바로 TestLink 서버에 등록하되 별도의 파일을 기록하지 않았고, 테스트케이스 식별자 또한 Key 값으로만 구성하여 테스트 입력과 출력을 관리하는데 어려움이 있었습니다. 그러므로 이번에는 엑셀 서식을 만들어 테스트케이스를 우선 파일에 기록하고 난 이후 TestLink 에 업로드하여 실행하는 방법을 따랐습니다. 다음 장에서는 이렇게 작성한 테스트 케이스와 입력, 환경, 기댓값을 망라하고 테스트 수행 결과를 전시하겠습니다.

3.2.1. Combinatorial 테스트 케이스 일람

| 순번 | 테스트 케이스 | 환경 | 입력 | 기대값 |
|----|---|---|----------------|---|
| 1 | ModeChange/forward/moveForward | 4 개의 모드가 On 되어있다 | Forward 6 회 | → TimeKeeper → WorldTime → Alarm → Timer → StopWatch → DDAY 로 화면변경 |
| 2 | ModeChange/forward/moveBackward | 4 개의 모드가 On 되어있다 | Reverse 6 회 | → TimeKeeper → DDAY → StopWatch → Timer → Alarm → WorldTime 로 화면변경 |
| 3 | ModeChange/forward/Exit | 4 개의 모드가 On 되어있다 | Mode 버튼 | TimeKeeper 로 화면이 전환된다 |
| 4 | ModeChange/more/moveForward | 4 개 이상의 모드가 On 되도록 시도한 상태이다 | Forward 6 회 | → TimeKeeper → WorldTime → Alarm → Timer → StopWatch → DDAY 로 화면변경 |
| 5 | ModeChange/more/moveBackward | 4 개 이상의 모드가 On 되도록 시도한 상태이다 | Reverse 6 회 | → TimeKeeper → DDAY → StopWatch → Timer → Alarm → WorldTime 로 화면변경 |
| 6 | ModeChange/less/moveForward | 4 개 미만의 모드가 On 되어있다 | Forward 6 회 | → TimeKeeper → WorldTime → Alarm → Timer → StopWatch → DDAY 로 화면변경 |
| 7 | ModeChange/less/moveBackward | 4 개 미만의 모드가 On 되어있다 | Reverse 6 회 | → TimeKeeper → DDAY → StopWatch → Timer → Alarm → WorldTime 로 화면변경 |
| 8 | DDAY/DDAYIsActivated/NoDDAYOn/Off/Normal/x/MoveDDAYForward | DDAY 는 활성화 되었다. DDAY 객체는 0 개 활성화됐다. 선택된 DDAY 객체는 비활성이다. Normal 모드에 있다 | Forward 4 회 | DDAY 객체들을 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체가 전시된다 |
| 9 | DDAY/DDAYIsActivated/NoDDAYOn/Off/Normal/x/MoveDDAYBackward | DDAY 는 활성화 되었다. DDAY 객체는 0 개 활성화됐다. 선택된 DDAY 객체는 비활성이다. Normal 모드에 있다 | Reverse 4 회 | DDAY 객체들을 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체가 전시된다 |

| | | | | |
|----|---|---|-------------|-------------------------------------|
| 10 | DDAY/DDAYIsActivated/NoDDAYOn/Off/Normal/x/OnSelectedDDAY | DDAY 는 활성화 되었다. DDAY 객체는 0 개 활성화됐다. 선택된 DDAY 객체는 비활성이다. Normal 모드에 있다 | Adjust 1 회 | DDAY 객체의 상태표시가 활성화된다 |
| 11 | DDAY/DDAYIsActivated/NoDDAYOn/Off/Edit/All/MoveFieldForward | DDAY 는 활성화 되었다. DDAY 객체는 0 개 활성화됐다. 선택된 DDAY 객체는 비활성이다. Edit 모드에 있다 | Forward 3 회 | 커서가 편집 필드 3 개를 모두 선택할 수 있다 |
| 12 | DDAY/DDAYIsNotActivated | DDAY 모드는 비활성 되었다. TimerKeeper 화면에 있다. | Forward 4 회 | 모드를 전환하는데 DDAY 모드 화면이 나타나지 않는다. |
| 13 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/On/Normal/x/MoveDDAYForward | DDAY 는 활성화 되었다. DDAY 객체는 1-3 개 활성화됐다. 선택된 DDAY 객체도 활성화이다. Normal 모드에 있다 | Forward 4 회 | DDAY 객체들을 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체가 전시된다 |
| 14 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/On/Normal/x/MoveDDAYBackwar | DDAY 는 활성화 되었다. DDAY 객체는 1-3 개 활성화됐다. 선택된 DDAY 객체도 활성화이다. Normal 모드에 있다 | Reverse 4 회 | DDAY 객체들을 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체가 전시된다 |

| | | | | |
|----|---|---|----------------|-------------------------------------|
| 15 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/On/Normal/x/OffSelectedDDAY | DDAY 는 활성화 되었다. DDAY 객체는 1-3 개 활성화됐다. 선택된 DDAY 객체도 활성화이다. Normal 모드에 있다 | Adjust 1 회 | DDAY 객체의 상태표시가 비활성화된다 |
| 16 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/On/Edit/All/MoveFieldForward | DDAY 는 활성화 되었다. DDAY 객체는 1-3 개 활성화됐다. 선택된 DDAY 객체도 활성화이다. Edit 모드에 있다 | Forward 3 회 | 커서가 편집 필드 3 개를 모두 선택할 수 있다 |
| 17 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/Off/Normal/x/MoveDDAYForward | DDAY 는 활성화 되었다. DDAY 객체는 1-3 개 활성화됐다. 선택된 DDAY 객체는 비활성이다. Normal 모드에 있다 | Forward 4 회 | DDAY 객체들을 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체가 전시된다 |
| 18 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/Off/Normal/x/MoveDDAYBackward | DDAY 는 활성화 되었다. DDAY 객체는 1-3 개 활성화됐다. 선택된 DDAY 객체는 비활성이다. Normal 모드에 있다 | Reverse 4 회 | DDAY 객체들을 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체가 전시된다 |

| | | | | |
|----|---|---|-------------|-------------------------------------|
| 19 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/Off/Normal/x/OnSelectedDDAY | DDAY 는 활성화 되었다. DDAY 객체는 1-3 개 활성화됐다. 선택된 DDAY 객체는 비활성이다. Normal 모드에 있다 | Adjust 1 회 | DDAY 객체의 상태표시가 비활성화된다 |
| 20 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/Off/Edit/All/MoveFieldForward | DDAY 는 활성화 되었다. DDAY 객체는 모두 활성화됐다. 선택된 DDAY 객체는 비활성이다. Edit 모드에 있다 | Forward 3 회 | 커서가 편집 필드 3 개를 모두 선택할 수 있다 |
| 21 | DDAY/DDAYIsActivated/4DDAYsOn/On/Normal/x/MoveDDAYForward | DDAY 는 활성화 되었다. DDAY 객체는 모두 활성화됐다. 선택된 DDAY 객체도 활성화이다. Normal 모드에 있다 | Forward 4 회 | DDAY 객체들을 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체가 전시된다 |
| 22 | DDAY/DDAYIsActivated/4DDAYsOn/On/Normal/x/MoveDDAYBackward | DDAY 는 활성화 되었다. DDAY 객체는 모두 활성화됐다. 선택된 DDAY 객체도 활성화이다. Normal 모드에 있다 | Reverse 4 회 | DDAY 객체들을 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체가 전시된다 |
| 23 | DDAY/DDAYIsActivated/4DDAYsOn/On/Normal/ | DDAY 는 활성화 되었다. DDAY 객체는 모두 활성화됐다. | Adjust 1 회 | DDAY 객체의 상태표시가 비활성화된다 |

| | | | | |
|----|--|--|-------------|---|
| | x/OffSelectedDDAY | 선택된 DDAY 객체도 활성화이다. Normal 모드에 있다 | | |
| 24 | DDAY/DDAYIsActivated/4DDAYsOn/On/Edit/All/MoveFieldForward | DDAY 는 활성화 되었다. DDAY 객체는 모두 활성화됐다. 선택된 DDAY 객체는 활성화이다. Edit 모드에 있다 | Forward 3 회 | 커서가 편집 필드 3 개를 모두 선택할 수 있다 |
| 25 | TimeKeeping/DaysActive/NormalMode/x/CheckClockGoing | DDAY 는 활성화 되었다. TimeKeeping 의 Normal 모드에 놓여있다 | 5 초 이상 응시 | 1 초마다 시간이 갱신됨 |
| 26 | TimeKeeping/DaysActive/NormalMode/x/MoveDDAYForward | DDAY 는 활성화 되었다. TimeKeeping 의 Normal 모드에 놓여있다 | Forward 4 회 | DDAY 객체들의 상태표시를 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체의 상태표시가 전시된다 |
| 27 | TimeKeeping/DaysActive/NormalMode/x/MoveDDAYBackward | DDAY 는 활성화 되었다. TimeKeeping 의 Normal 모드에 놓여있다 | Reverse 4 회 | DDAY 객체들의 상태표시를 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체의 상태표시가 전시된다 |
| 28 | TimeKeeping/DaysActive/EditMode/Year/MoveFieldForward | DDAY 는 활성화 되었다. TimeKeeping 의 Edit 모드에 놓여있다. 커서가 Year 를 가리킨다 | Forward 1 회 | 커서가 Month 를 가리킨다 |
| 29 | TimeKeeping/DaysActive/EditMode/Month/M | DDAY 는 활성화 되었다. TimeKeeping 의 Edit 모드에 | Forward 1 회 | 커서가 Day 를 가리킨다 |

| | | | | |
|----|--|---|-----------------|-------------------|
| | oveFieldForward | 놓여있다. 커서가 Month 를 가리킨다 | | |
| 30 | TimeKeeping/D DaysActive/Edit Mode/Day/MoveFieldForward | DDAY 는 활성화 되었다. TimeKeeping 의 Edit 모드에 놓여있다. 커서가 Day 를 가리킨다 | Forward 1 회 | 커서가 Hour 를 가리킨다 |
| 31 | TimeKeeping/D DaysActive/Edit Mode/Hour/MoveFieldForward | DDAY 는 활성화 되었다. TimeKeeping 의 Edit 모드에 놓여있다. 커서가 Hour 를 가리킨다 | Forward 1 회 | 커서가 Minute 를 가리킨다 |
| 32 | TimeKeeping/D DaysActive/Edit Mode/Minute/ MoveFieldForward | DDAY 는 활성화 되었다. TimeKeeping 의 Edit 모드에 놓여있다. 커서가 Minute 를 가리킨다 | Forward 1 회 | 커서가 Sec 를 가리킨다 |
| 33 | TimeKeeping/D DaysActive/Edit Mode/Sec/MoveFieldForward | DDAY 는 활성화 되었다. TimeKeeping 의 Edit 모드에 놓여있다. 커서가 Sec 를 가리킨다 | Forward 1 회 | 커서가 Year 를 가리킨다 |
| 34 | TimeKeeping/D DaysNotActive/ NormalMode/x/ CheckClockGoing | DDAY 는 비활성화 되었다. TimeKeeping 의 Normal 모드에 놓여있다 | 5 초 이상 응시 | 1 초마다 시간이 갱신됨 |

| | | | | |
|----|---|--|----------------|-------------------|
| 35 | TimeKeeping/D DaysNotActive/ EditMode/Year/ MoveFieldForward | DDAY 는 비활성화 되었다. TimeKeeping 의 Edit 모드에 놓여있다. 커서가 Year 를 가리킨다 | Forward 1 회 | 커서가 Month 를 가리킨다 |
| 36 | TimeKeeping/D DaysNotActive/ EditMode/Month/ MoveFieldForward | DDAY 는 비활성화 되었다. TimeKeeping 의 Edit 모드에 놓여있다. 커서가 Month 를 가리킨다 | Forward 1 회 | 커서가 Day 를 가리킨다 |
| 37 | TimeKeeping/D DaysNotActive/ EditMode/Day/ MoveFieldForward | DDAY 는 비활성화 되었다. TimeKeeping 의 Edit 모드에 놓여있다. 커서가 Day 를 가리킨다 | Forward 1 회 | 커서가 Hour 를 가리킨다 |
| 38 | TimeKeeping/D DaysNotActive/ EditMode/Hour/ MoveFieldForward | DDAY 는 비활성화 되었다. TimeKeeping 의 Edit 모드에 놓여있다. 커서가 Hour 를 가리킨다 | Forward 1 회 | 커서가 Minute 를 가리킨다 |
| 39 | TimeKeeping/D DaysNotActive/ EditMode/Minute/ MoveFieldForward | DDAY 는 비활성화 되었다. TimeKeeping 의 Edit 모드에 놓여있다. | Forward 1 회 | 커서가 Sec 를 가리킨다 |

| | | | | |
|----|--|---|----------------|--------------------------|
| | | 커서가 Minute 를 가리킨다 | | |
| 40 | TimeKeeping/D DaysNotActive/ EditMode/Sec/ MoveFieldForwa rd | DDAY 는 비활성화 되었다. TimeKeeping 의 Edit 모드에 놓여있다. 커서가 Sec 를 가리킨다 | Forward 1 회 | 커서가 Year 를 가리킨다 |
| 41 | Timer/TimeZero | 타이머 시간이 0 시 0 분 0 초이다 | Adjust 1 회 | 버저 객체 상태가 변치 않고 Off 상태이다 |
| 42 | Timer/TimeFutu re/Off/Edit/Hou r/x/x | 타이머 시간이 0 시 0 분 0 초가 아니다. 타이머 객체는 Off 상태이다. Edit 모드에 놓여있다. 커서는 Hour 에 놓였다. | Mode 1 회 | Normal 모드로 돌아감 |
| 43 | Timer/TimeFutu re/Off/Edit/Min ute/x/x | 타이머 시간이 0 시 0 분 0 초가 아니다. 타이머 객체는 Off 상태이다. Edit 모드에 놓여있다. 커서는 Minute 에 놓였다. | Mode 1 회 | Normal 모드로 돌아감 |
| 44 | Timer/TimeFutu re/Off/Edit/Sec/ x/x | 타이머 시간이 0 시 0 분 0 초가 아니다. 타이머 객체는 Off 상태이다. Edit | Mode 1 회 | Normal 모드로 돌아감 |

| | | | | |
|----|--|--|------------------|--------------------------------|
| | | 모드에 놓여있다. 커서는 Sec 에 놓였다. | | |
| 45 | Timer/TimeFuture/Off/Normal/x/Ring/StopRingi ng | 타이머 시간이 0 시 0 분 0 초가 아니다. 타이머 객체는 Off 상태이다. Normal 모드에 놓여있다. 버저가 울리고 있다 | 아무런 버튼 1 회 | 울리던 버저가 사라짐 |
| 46 | Timer/TimeFuture/Off/Normal/x/ NoRing/Start | 타이머 시간이 0 시 0 분 0 초가 아니다. 타이머 객체는 Off 상태이다. Normal 모드에 놓여있다. 버저가 울리지 않고 있다 | Reverse 1 회 | 타이머 객체의 시간이 1 초마다 줄어들기 시작한다. |
| 47 | Timer/TimeFuture/Off/Normal/x/ NoRing/Clear | 타이머 시간이 0 시 0 분 0 초가 아니다. 타이머 객체는 Off 상태이다. Normal 모드에 놓여있다. 버저가 울리지 않고 있다 | Adjust 1 회 | 설정해 놓았던 시간이 0 시 0 분 0 초로 초기화된다 |
| 48 | Timer/TimeFuture/Run/Edit/Ho ur/x/x | 타이머 시간이 0 시 0 분 0 초가 아니다. 타이머 객체는 Run 상태이다. Edit 모드에 놓여있다. | - | 이 상황이 불가능함을 확인 |

| | | | | |
|----|---|--|-------------|----------------|
| | | 커서는 Hour 를 가리킨다 | | |
| 49 | Timer/TimeFuture/Run/Edit/Minute/x/x | 타이머 시간이 0 시 0 분 0 초가 아니다. 타이머 객체는 Run 상태이다. Edit 모드에 놓여있다. 커서는 Minute 를 가리킨다 | - | 이 상황이 불가능함을 확인 |
| 50 | Timer/TimeFuture/Run/Edit/Second/x/x | 타이머 시간이 0 시 0 분 0 초가 아니다. 타이머 객체는 Run 상태이다. Edit 모드에 놓여있다. 커서는 Minute 를 가리킨다 | - | 이 상황이 불가능함을 확인 |
| 51 | Timer/TimeFuture/Run/Normal/x/Ring/StopRing | 타이머 시간이 0 시 0 분 0 초가 아니다. 타이머 객체는 Run 상태이다. Normal 모드에 놓여있다. 버저가 울리고 있다 | 아무런 버튼 1 회 | 버저가 사라진다 |
| 52 | Timer/TimeFuture/Run/Normal/x/NoRing/Pause | 타이머 시간이 0 시 0 분 0 초가 아니다. 타이머 객체는 Run 상태이다. Normal 모드에 | Reverse 1 회 | 흘러가던 시간이 멈춘다 |

| | | | | |
|----|---|---|------------------|---|
| | | 놓여있다. 버저가 울리지 않고 있다. | | |
| 53 | Timer/TimeFuture/Run/Normal/x/NoRing/Clear | 타이머 시간이 0 시 0 분 0 초가 아니다. 타이머 객체는 Run 상태이다. Normal 모드에 놓여있다. 버저가 울리지 않고 있다. | Adjust 1 회 | 설정해 놓았던 시간이 0 시 0 분 0 초로 초기화되지 않으며, 흘러가던 시간이 계속 흘러간다 |
| 54 | Timer/TimeFuture/Pus/Edit/Hour/x/x | Pus 는 존재하지 않는 타이머 상태입니다 | | |
| 55 | Timer/TimeFuture/Pus/Edit/Minute/x/x | Pus 는 존재하지 않는 타이머 상태입니다 | | |
| 56 | Timer/TimeFuture/Pus/Edit/Sec/x/x | Pus 는 존재하지 않는 타이머 상태입니다 | | |
| 57 | Timer/TimeFuture/Pus/Normal/x/Ring/StopRing | Pus 는 존재하지 않는 타이머 상태입니다 | | |
| 58 | Timer/TimeFuture/Pus/Normal/x/NoRing/Start | Pus 는 존재하지 않는 타이머 상태입니다 | | |
| 59 | Timer/TimeFuture/Pus/Normal/x/NoRing/Clear | Pus 는 존재하지 않는 타이머 상태입니다 | | |
| 60 | Alarm/AllOff/Off/Ring/Normal/x/BuzzerOff | 알람 객체는 모두 꺼져있다. 선택되어 있는 객체도 당연히 꺼져있다. 타이머에 의해 버저가 울리고 | 아무런 버튼 1 회 | 버저가 사라진다 |

| | | | | |
|----|--|---|-------------|---------------------------|
| | | 있다. 노말 모드에 놓여있다. | | |
| 61 | Alarm/AllOff/Off/Ring/Edit/Hour/MoveFieldForward | 알람 객체는 모두 꺼져있다. 선택되어 있는 객체도 당연히 꺼져있다. Edit 모드에 놓여있고, Hour 커서에 놓여있다. 타이머에 의해 버저가 울리고 있다. | Forward 1 회 | 버저가 사라진다, 커서가 Hour 에 유지된다 |
| 62 | Alarm/AllOff/Off/Ring/Edit/Hour/Save | 알람 객체는 모두 꺼져있다. 선택되어 있는 객체도 당연히 꺼져있다. Edit 모드에 놓여있고, Hour 커서에 놓여있다. 타이머에 의해 버저가 울리고 있다. | Mode 1 회 | 버저가 사라진다, 커서가 Hour 에 유지된다 |
| 63 | Alarm/AllOff/Off/Ring/Edit/Hour/BuzzerOff | 알람 객체는 모두 꺼져있다. 선택되어 있는 객체도 당연히 꺼져있다. Edit 모드에 놓여있고, Hour 커서에 놓여있다. 타이머에 의해 | 아무런 버튼 1 회 | 버저가 사라진다, 커서가 Hour 에 유지된다 |

| | | | | |
|----|--|---|-------------|-----------------------------|
| | | 버저가 울리고 있다. | | |
| 64 | Alarm/Alloff/Off/Ring/Edit/Minute/MoveFieldForward | 알람 객체는 모두 꺼져있다. 선택되어 있는 객체도 당연히 꺼져있다. Edit 모드에 놓여있고, Minute 커서에 놓여있다. 타이머에 의해 버저가 울리고 있다. | Forward 1 회 | 버저가 사라진다, 커서가 Minute 에 유지된다 |
| 65 | Alarm/Alloff/Off/Ring/Edit/Minute/Save | 알람 객체는 모두 꺼져있다. 선택되어 있는 객체도 당연히 꺼져있다. Edit 모드에 놓여있고, Minute 커서에 놓여있다. 타이머에 의해 버저가 울리고 있다. | Mode 1 회 | 버저가 사라진다, 커서가 Minute 에 유지된다 |
| 66 | Alarm/Alloff/Off/Ring/Edit/Minute/BuzzerOff | 알람 객체는 모두 꺼져있다. 선택되어 있는 객체도 당연히 꺼져있다. Edit 모드에 놓여있고, Minute 커서에 놓여있다. 타이머에 의해 | 아무런 버튼 1 회 | 버저가 사라진다, 커서가 Minute 에 유지된다 |

| | | | | |
|----|--|--|-------------|-------------------------------|
| | | 버저가 울리고 있다. | | |
| 67 | Alarm/AllOff/Off/NoRing/Normal/x/x | 알람 객체는 모두 꺼져있다. 선택되어 있는 객체도 당연히 꺼져있다. 버저는 울리지 않는다. 노말 모드에 놓여있다. | Forward 4 회 | 알람 객체를 모두 확인했더니 전부 상태가 Off 이다 |
| 68 | Alarm/AllOff/Off/NoRing/Edit/Hour/MoveFieldForward | 알람 객체는 모두 꺼져있다. 선택되어 있는 객체도 당연히 꺼져있다. 버저는 울리지 않는다. Edit 모드에 놓여있고, Hour 커서에 놓여있다. | Forward 1 회 | 커서가 Minute 를 가리킨다 |
| 69 | Alarm/AllOff/Off/NoRing/Edit/Hour/Save | 알람 객체는 모두 꺼져있다. 선택되어 있는 객체도 당연히 꺼져있다. 버저는 울리지 않는다. Edit 모드에 놓여있고, Hour 커서에 놓여있다. | Mode 1 회 | 커서가 Minute 를 가리킨다 |

| | | | | |
|----|---|--|----------------|-------------------------|
| 70 | Alarm/AllOff/Off/NoRing/Edit/Minute/MoveField Forward | 알람 객체는 모두 꺼져있다. 선택되어 있는 객체도 당연히 꺼져있다. 버저는 울리지 않는다. Edit 모드에 놓여있고, Minute 커서에 놓여있다. | Forward 1 회 | 커서가 Hour 를 가리킨다 |
| 71 | Alarm/AllOff/Off/NoRing/Edit/Minute/Save | 알람 객체는 모두 꺼져있다. 선택되어 있는 객체도 당연히 꺼져있다. 버저는 울리지 않는다. Edit 모드에 놓여있고, Minute 커서에 놓여있다. | Mode 1 회 | 커서가 Hour 를 가리킨다 |
| 72 | Alarm/HasOff/On/Ring/Normal/x/BuzzerOff | 알람 객체는 1-3 개 꺼져있다. 선택된 알람 객체는 켜져있다. 버저가 울리고 있다. 노말 모드에 놓여있다. | 아무런 버튼 1 회 | 버저가 사라진다 |
| 73 | Alarm/HasOff/On/NoRing/Normal/x/CheckBuzzerRings | 알람 객체는 1-3 개 꺼져있다. 선택된 알람 객체는 켜져있다. 버저는 울리지 않고 있다. 노말 모드에 | 대기 | 알람시간이 도래하여 버저가 5 분간 울린다 |

| | | | | |
|----|--|--|----------------|----------------------------------|
| | | 놓여있다. 알람시간이 곧 도래한다 | | |
| 74 | Alarm/HasOff/On/NoRing/Normal/x/BuzzerOff | 알람 객체는 1-3 개 꺼져있다. 선택된 알람 객체는 켜져있다. 버저는 울리지 않고 있다. 노말 모드에 놓여있다. 알람시간이 곧 도래한다 | 대기 | 알람시간이 도래하여 버저가 울릴때 사용자 입력으로 종료한다 |
| 75 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/Hour/MoveFieldForward | 알람 객체는 1-3 개 꺼져있다. 선택되어 있는 객체는 꺼져있다. Edit 모드에 놓여있고, Hour 커서에 놓여있다. 타이머에 의해 버저가 울리고 있다. | Forward 1 회 | 버저가 사라진다 |
| 76 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/Hour/Save | 알람 객체는 1-3 개 꺼져있다. 선택되어 있는 객체는 꺼져있다. Edit 모드에 놓여있고, Hour 커서에 놓여있다. 타이머에 의해 버저가 울리고 있다. | Mode 1 회 | 버저가 사라진다 |

| | | | | |
|----|--|--|-------------|----------|
| 77 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/Hour/BuzzerOff | 알람 객체는 1-3 개 꺼져있다. 선택되어 있는 객체는 꺼져있다. Edit 모드에 놓여있고, Hour 커서에 놓여있다. 타이머에 의해 버저가 울리고 있다. | 아무런 버튼 1 회 | 버저가 사라진다 |
| 78 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/Minute/MoveFieldForward | 알람 객체는 1-3 개 꺼져있다. 선택되어 있는 객체는 꺼져있다. Edit 모드에 놓여있고, Minute 커서에 놓여있다. 타이머에 의해 버저가 울리고 있다. | Forward 1 회 | 버저가 사라진다 |
| 79 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/Minute/Save | 알람 객체는 1-3 개 꺼져있다. 선택되어 있는 객체는 꺼져있다. Edit 모드에 놓여있고, Minute 커서에 놓여있다. 타이머에 의해 버저가 울리고 있다. | Mode 1 회 | 버저가 사라진다 |

| | | | | |
|----|---|--|-------------|--------------------------------|
| 80 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/Minute/BuzzerOff | 알람 객체는 1-3 개 꺼져있다. 선택되어 있는 객체는 꺼져있다. Edit 모드에 놓여있고, Minute 커서에 놓여있다. 타이머에 의해 버저가 울리고 있다. | 아무런 버튼 1 회 | 버저가 사라진다 |
| 81 | Alarm/HasOff/Off/NoRing/Normal/x/CheckBuzzerRings | 알람 객체는 1-3 개 꺼져있다. 선택된 알람 객체는 꺼져있다. 버저는 울리지 않고 있다. 노말 모드에 놓여있다. 알람시간이 곧 도래한다 | 대기 | 다른 객체의 알람시간이 도래하여 버저가 5 분간 울린다 |
| 82 | Alarm/HasOff/Off/NoRing/Edit/Hour/MoveField Forward | 알람 객체는 1-3 개 꺼져있다. 선택된 알람 객체는 꺼져있다. 버저는 울리지 않고 있다 Edit 모드에 놓여있다 | Forward 1 회 | 커서가 Minute 를 가리킨다 |
| 83 | Alarm/HasOff/Off/NoRing/Edit/Hour/Save | 알람 객체는 1-3 개 꺼져있다. 선택되어 있는 객체는 꺼져있다. Edit 모드에 놓여있고, Hour | Mode 1 회 | 수정한 대로 알람 시각이 화면에 전시된다 |

| | | | | |
|----|--|--|------------------|--------------------------------|
| | | 커서에 놓여있다. 버저는 울리지 않고 있다. | | |
| 84 | Alarm/HasOff/O ff/NoRing/Edit/ Hour/CheckBuz zerRings | 알람 객체는 1- 3 개 꺼져있다. 선택되어 있는 객체는 꺼져있다. Edit 모드에 놓여있고, Hour 커서에 놓여있다. 버저는 울리지 않고 있다. | 대기 | 다른 객체의 알람시간이 도래하여 버저가 5 분간 울린다 |
| 85 | Alarm/HasOff/O ff/NoRing/Edit/ Minute/MoveFie ldForward | 알람 객체는 1- 3 개 꺼져있다. 선택되어 있는 객체는 꺼져있다. Edit 모드에 놓여있고, Hour 커서에 놓여있다. 버저는 울리지 않고 있다. | 아무런 버튼 1 회 | 커서가 Hour 를 가리킨다 |
| 86 | Alarm/HasOff/O ff/NoRing/Edit/ Minute/Save | 알람 객체는 1- 3 개 꺼져있다. 선택되어 있는 객체는 꺼져있다. Edit 모드에 놓여있고, Minute 커서에 놓여있다. 버저는 울리지 않고 있다. | Forward 1 회 | 수정한 대로 알람 시각이 화면에 전시된다 |

| | | | | |
|----|--|---|------------------|--------------------------------|
| 87 | Alarm/HasOff/Off/NoRing/Edit/Minute/CheckBuzzerRings | 알람 객체는 1-3 개 꺼져있다. 선택되어 있는 객체는 꺼져있다. Edit 모드에 놓여있고, Minute 커서에 놓여있다. 버저는 울리지 않고 있다. | Mode 1 회 | 다른 객체의 알람시간이 도래하여 버저가 5 분간 울린다 |
| 88 | Alarm/AllOn/On/Ring/Normal/x/BuzzerOff | 알람 객체는 모두 켜져있다. 선택되어 있는 객체도 역시 켜져있다. Normal 모드에 놓여있다. 버저가 울리고 있다 | 아무런 버튼 1 회 | 버저가 사라진다 |
| 89 | Alarm/AllOn/On/NoRing/Normal/x/CheckBuzzerRings | 알람 객체는 모두 켜져있다. 선택되어 있는 객체도 역시 켜져있다. Normal 모드에 놓여있다. 버저가 울리지 않고 있다. | 대기 | 어느 객체의 알람시간이 도래하여 버저가 5 분간 울린다 |
| 90 | StopWatch/Off/x/Clear | 스탑워치 상태는 Off 이다. | Adjust 1 회 | 시간이 0 시 0 분 0 초로 초기화된다 |
| 91 | StopWatch/Off/x/Start | 스탑워치 상태는 Off 이다. | Reverse 1 회 | 시간이 1 초마다 증가한다 |
| 92 | StopWatch/Run/x/Stop | 스탑워치 상태는 Run 이다. | Reverse 1 회 | 흘러가던 시간이 멈추고 상태표시가 Pus 가 된다 |
| 93 | StopWatch/Pus/x | 스탑워치 상태는 Pus 이다. | 대기 | 시간이 흘러가지 않는다 |

| | | | | |
|----|--|---------------------------------------|--|--------------------------------|
| 94 | StopWatch/Pus/x/Start | 스탑워치 상태는 Pus 이다. | Reverse 1 회 | 시간이 1 초마다 증가한다 |
| 95 | StopWatch/Edit/Hour/MoveField Forward | 스탑워치는 Edit 상태이다. 커서가 Hour 에 놓여있다 | Forward 1 회 | 커서가 Minute 를 가리킨다 |
| 96 | StopWatch/Edit/Minute/MoveFieldForward | 스탑워치는 Edit 상태이다. 커서가 Minute 에 놓여있다 | Forward 1 회 | 커서가 Hour 를 가리킨다 |
| 97 | WorldTime/CurrentCitySEL/SelectOtherCity | 현재 선택된 도시는 SEL 이다. | 임의의 도시로 전환 후 Adjust 1 회 TimeKeeping 으로 돌아감 | 기준 도시가 SEL 에서, 선택한 다른 도시로 표시된다 |
| 98 | WorldTime/CurrentCityPAR/SelectOtherCity | 현재 선택된 도시는 PAR 이다. | 임의의 도시로 전환 후 Adjust 1 회 TimeKeeping 으로 돌아감 | 기준 도시가 PAR 에서, 선택한 다른 도시로 표시된다 |
| 99 | WorldTime/CurrentCityLON/SelectOtherCity | 현재 선택된 도시는 LON 이다. | 임의의 도시로 전환 후 Adjust 1 회 TimeKeeping 으로 돌아감 | 기준 도시가 LON 에서, 선택한 다른 도시로 표시된다 |

| | | | | |
|-----|--|---|--|--------------------------------|
| 100 | WorldTime/CurrentCityNYC/SelectOtherCity | 현재 선택된 도시는 NYC 이다. | 임의의 도시로 전환 후 Adjust 1 회 TimeKeeping 으로 돌아감 | 기준 도시가 NYC 에서, 선택한 다른 도시로 표시된다 |
| 101 | Common/SoundEffectOn/ModeTimeKeeping/PressAndListen | 버튼 효과음이 켜져있다. TimeKeeping 모드를 보고있다. | 4 개의 버튼 클릭 | 4 개의 버튼클릭에 효과음이 발생한다 |
| 102 | Common/SoundEffectOn/ModeTimeKeeping/WaitAlarm | 버튼 효과음이 켜져있다. TimeKeeping 모드를 보고있다. 알람시간 도래를 기다린다 | 대기 | 시간 도래 시 버저가 울린다 |
| 103 | Common/SoundEffectOn/ModeTimeKeeping/WaitTimer | 버튼 효과음이 켜져있다. TimeKeeping 모드를 보고있다. 타이머 시간 도래를 기다린다 | 대기 | 시간 도래 시 버저가 울린다 |
| 104 | Common/SoundEffectOn/ModeTimeKeeping/GoBackToTimeKeeping | 버튼 효과음이 켜져있다. TimeKeeping 모드를 보고있다. | Forward 를 1 초간 누른다 | 여전히 TimeKeeping 모드에 놓여있다 |
| 105 | Common/SoundEffectOn/Else/PressAndListen | 버튼 효과음이 켜져있다. TimeKeeping | 4 개의 버튼 클릭 | 4 개의 버튼클릭에 효과음이 발생한다 |

| | | | | |
|-----|--|---|-----------------------------|--------------------------|
| | | 이외 모드를 보고있다. | | |
| 106 | Common/SoundEffectOn/Else/WaitAlarm | 버튼 효과음이 켜져있다. TimeKeeping 이외 모드를 보고있다. 알람시간 도래를 기다린다 | 대기 | 시간 도래 시 버저가 울린다 |
| 107 | Common/SoundEffectOn/Else/WaitTimer | 버튼 효과음이 켜져있다. TimeKeeping 이외 모드를 보고있다. 타이머 시간 도래를 기다린다 | 대기 | 시간 도래 시 버저가 울린다 |
| 108 | Common/SoundEffectOn/Else/GoBackToTimeKeeping | 버튼 효과음이 꺼져있다. TimeKeeping 이외 모드를 보고있다. | Forward 를 1 초간 누른다 | TimeKeeping 모드로 이동된다 |
| 109 | Common/SoundEffectOff/ModeTimeKeeping/PressAndListen | 버튼 효과음이 꺼져있다. TimeKeeping 모드를 보고있다. | 4 개의 버튼 클릭 | 4 개의 버튼클릭에 효과음이 발생하지 않는다 |
| 110 | Common/SoundEffectOff/ModeTimeKeeping/WaitAlarm | 버튼 효과음이 꺼져있다. TimeKeeping 모드를 보고있다. 알람시간 도래를 기다린다 | 대기 | 시간 도래 시 버저가 울린다 |

| | | | | |
|-----|---|---|----------------------|--------------------------|
| 111 | Common/SoundEffectOff/ModeTimeKeeping/WaitTimer | 버튼 효과음이 꺼져있다. TimeKeeping 모드를 보고있다. 타이머 시간을 도래를 기다린다 | 대기 | 시간 도래 시 버저가 울린다 |
| 112 | Common/SoundEffectOff/ModeTimeKeeping/GoBackToTimeKeeping | 버튼 효과음이 꺼져있다. TimeKeeping 모드를 보고있다. | Forward를 1 초간 누른다 | 여전히 TimeKeeping 모드에 놓여있다 |
| 113 | Common/SoundEffectOff/Else/PressAndListen | 버튼 효과음이 꺼져있다. TimeKeeping 이외 모드를 보고있다. | 4 개의 버튼 클릭 | 4 개의 버튼클릭에 효과음이 발생하지 않는다 |
| 114 | Common/SoundEffectOff/Else/WaitAlarm | 버튼 효과음이 꺼져있다. TimeKeeping 이외 모드를 보고있다. 알람시간 도래를 기다린다 | 대기 | 시간 도래 시 버저가 울린다 |
| 115 | Common/SoundEffectOff/Else/WaitTimer | 버튼 효과음이 꺼져있다. TimeKeeping 이외 모드를 보고있다. 타이머 시간을 도래를 기다린다 | 대기 | 시간 도래 시 버저가 울린다 |
| 116 | Common/SoundEffectOff/Else/GoBackToTimeKeeping | 버튼 효과음이 꺼져있다. TimeKeeping 이외 모드를 보고있다. | Forward를 1 초간 누른다 | TimeKeeping 모드로 이동된다 |

3.2.2. Pairwise 테스트케이스 일람

한 편 Pairwise 테스트 케이스는 총 77 개 항목이 있습니다.

| 큰 분류 | pairwise 테스트 케이스 수 |
|-------------|-----------------------|
| ModeChange | 7 |
| DDAY | 10 |
| TimeKeeping | 7 |
| Timer | 9 |
| Alarm | 21 |
| StopWatch | 8 |
| WorldTime | 4 |
| Common | 11 |
| 계 | 77 |

| 순 번 | Alarm | Alarm Count | Alarm Status | Buzzer Status | Mode | Curren t Field | Operation s |
|--------|-------|----------------|--------------|------------------|--------|-------------------|--------------------------|
| 1 | | Has off | On | | Normal | Hour | Save |
| 2 | | All off | Off | Ring | Normal | Minut e | Check Buzzer Rings |
| 3 | | All on | On | Off | | | Buzzer Off |
| 4 | | Has off | | Ring | Edit | Hour | Move Field Forward |
| 5 | | Has off | | | | Hour | Check Buzzer Rings |
| 6 | | Has off | | Off | Edit | Hour | |
| 7 | | All off | Off | | Normal | Hour | Buzzer Off |
| 8 | | All on | On | Ring | Edit | Minut e | Buzzer Off |
| 9 | | All on | On | | Normal | | Move Field Forward |
| 10 | | Has off | Off | Off | Normal | Minut e | Move Field Forward |
| 11 | | Has off | | Ring | | | Buzzer Off |
| 12 | | All off | Off | Off | Normal | | Move Field Forward |
| 13 | | Has off | | | Edit | Minut e | Save |
| 14 | | All on | On | Ring | | | Save |
| 15 | | Has off | | Ring | Normal | | |
| 16 | | All off | Off | | Normal | Minut e | |
| 17 | | All on | On | Ring | | Minut e | |

| | | | | | | | |
|----|---------|-----------------------|------------------|--------------------------|--------|---------------|--------------------|
| 18 | | All on | On | Ring | | Hour | Move Field Forward |
| 19 | | All off | Off | Off | Normal | Minute | Save |
| 20 | | All on | On | Off | Edit | Hour | Check Buzzer Rings |
| 21 | | Has off | Off | Off | Normal | | Check Buzzer Rings |
| | Comm on | Button Sound Effect | Current Mode | Operations | | | |
| 22 | | On | Else | Go Back To TimeKeeping | | | |
| 23 | | Off | TimeKeeping | Go Back To TimeKeeping | | | |
| 24 | | Off | | Wait Timer | | | |
| 25 | | Off | Else | Wait Alaram | | | |
| 26 | | On | TimeKeeping | Wait Timer | | | |
| 27 | | On | | | | | |
| 28 | | Off | TimeKeeping | | | | |
| 29 | | Off | Else | Wait Timer | | | |
| 30 | | Off | Else | Press And Listen | | | |
| 31 | | On | | Wait Alaram | | | |
| 32 | On | TimeKeeping | Press And Listen | | | | |
| | DDAY | Mode Activation | DDAY On Count | Selected DDAY Activation | Mode | Field To Edit | Operations |
| 33 | | DDAY is not Activated | 4 DDAYs On | On | Normal | | Off Selected DDAY |

| | | | | | | | |
|----|-------------|-----------------------|---------------|-----|--------|-----|--------------------|
| 34 | | DDAY is Activated | No DDAY on | Off | Normal | | Move DDAY Forward |
| 35 | | DDAY is not Activated | 1-3 DDAYs On | On | Edit | All | |
| 36 | | DDAY is not Activated | No DDAY on | Off | Normal | All | |
| 37 | | DDAY is Activated | No DDAY on | | | | Move Field Forward |
| 38 | | DDAY is not Activated | 4 DDAYs On | Off | Normal | All | On Selected DDAY |
| 39 | | DDAY is Activated | 1-3 DDAYs On | Off | | All | Off Selected DDAY |
| 40 | | DDAY is Activated | 1-3 DDAYs On | On | Normal | | Move Backward |
| 41 | | DDAY is not Activated | 1-3 DDAYs On | Off | | | Move DDAY Forward |
| 42 | | DDAY is Activated | 1-3 DDAYs On | On | | | Move Field Forward |
| | Mode Change | Activated Mode | Operations | | | | |
| 43 | e | less | Move Backward | | | | |
| 44 | | four | Move Forward | | | | |
| 45 | | four | Exit | | | | |
| 46 | | four | Move Backward | | | | |
| 47 | | less | Move Forward | | | | |

| | | | | | | | |
|----|-----------------|--------------------------|---------------|------|-----------------------|--------------------------|----------------|
| 48 | | more | Move Forward | | | | |
| 49 | | more | Move Backward | | | | |
| | StopW atch | StopWat ch Status | Edit Field | | Operations | | |
| 50 | | Run | | | Clear | | |
| 51 | | Edit | Minute | | Move Field Forward | | |
| 52 | | Pus | | | Clear | | |
| 53 | | Run | | | Start | | |
| 54 | | Off | | | Clear | | |
| 55 | | Pus | | | Start | | |
| 56 | | Edit | Hour | | Move Field Forward | | |
| 57 | | Off | | | Start | | |
| | TimeK eeping | DDAY is Activate d | Mode | | Current Field | Operations | |
| 58 | | DDAYIs Off | Edit | | Day | Move Field Forward | |
| 59 | | DDAYIs On | Normal | | | Move Field Forward | |
| 60 | | DDAYIs On | Edit | | Month | Move Field Forward | |
| 61 | | DDAYIs Off | Edit | | Hour | | |
| 62 | | DDAYIs Off | Normal | | | Move DDAY Forward | |
| 63 | | DDAYIs On | | | | Check Clock Going | |
| 64 | | DDAYIs On | Normal | | | Move DDAY Backward | |
| | Timer | Timer Time | Timer Status | Mode | Curnet Field | Buzzer Status | Operation s |
| 65 | | Future | Off | | | | Pause |

| | | | | | | | |
|----|------------|--------------|-------------------|--------|--------|---------|--------------|
| 66 | | Future | Off | Normal | | Ring | Stop Ringing |
| 67 | | Future | Run | Normal | | Ring | Start |
| 68 | | Future | Run | Normal | | No Ring | Pause |
| 69 | | Future | Run | Normal | | No Ring | |
| 70 | | Future | Pus | Edit | | | Pause |
| 71 | | Future | Run | Normal | Hour | No Ring | Clear |
| 72 | | Future | | Normal | Mintue | No Ring | Stop Ringing |
| 73 | | Future | Run | | | | |
| | World Time | Current City | Operations | | | | |
| 74 | | PAR | Select Other City | | | | |
| 75 | | NYC | Select Other City | | | | |
| 76 | | LON | Select Other City | | | | |
| 77 | | SEL | Select Other City | | | | |

3.3. 테스트 실행 결과

3.3.1. combinatorial 테스트 실행결과

| No. | 테스트 케이스 | 입력 | 기대값 | Iter #1 | 비고 | Iter #2 |
|-----|------------------------------|-------------|--|---------|----|---------|
| 1 | ModeChange/four/moveForward | Forward 6 회 | → TimeKeeper → WorldTime → Alarm → Timer → Stopwatch → DDAY 로 화면변경 | P | | P |
| 2 | ModeChange/four/moveBackward | Reverse 6 회 | → TimeKeeper → DDAY → Stopwatch → Timer → Alarm → WorldTime 로 화면변경 | P | | P |
| 3 | ModeChange/four/Exit | Mode 버튼 | TimeKeeper 로 화면이 전환된다 | P | | P |

| | | | | | | |
|----|---|-------------|--|---|----------------|---|
| 4 | ModeChange/more/moveForward | Forward 6 회 | → TimeKeeper → WorldTime → Alarm → Timer → Stopwatch → DDAY 로 화면변경 | P | | P |
| 5 | ModeChange/more/moveBackward | Reverse 6 회 | → TimeKeeper → DDAY → Stopwatch → Timer → Alarm → WorldTime 로 화면변경 | P | | P |
| 6 | ModeChange/less/moveForward | Forward 6 회 | → TimeKeeper → WorldTime → Alarm → Timer → Stopwatch → DDAY 로 화면변경 | P | | P |
| 7 | ModeChange/less/moveBackward | Reverse 6 회 | → TimeKeeper → DDAY → Stopwatch → Timer → Alarm → WorldTime 로 화면변경 | P | | P |
| 8 | DDAY/DDAYIsActivated/NoDDAYOn/Off/Normal/x/MoveDDAYForward | Forward 4 회 | DDAY 객체들을 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체가 전시된다 | F | D-1 이 D-0 로 표시 | P |
| 9 | DDAY/DDAYIsActivated/NoDDAYOn/Off/Normal/x/MoveDDAYBackward | Reverse 4 회 | DDAY 객체들을 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체가 전시된다 | F | D-1 이 D-0 로 표시 | P |
| 10 | DDAY/DDAYIsActivated/NoDDAYOn/Off/Normal/x/OnSelectedDDAY | Adjust 1 회 | DDAY 객체의 상태표시가 활성화된다 | P | | P |
| 11 | DDAY/DDAYIsActivated/NoDDAYOn/Off/Edit/All/MoveFieldForward | Forward 3 회 | 커서가 편집 필드 3 개를 모두 선택할 수 있다 | P | | P |
| 12 | DDAY/DDAYIsNotActivated | Forward 4 회 | 모드를 전환하는데 DDAY 모드 화면이 나타나지 않는다. | P | | P |
| 13 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/On/Normal/x/MoveDDAYForward | Forward 4 회 | DDAY 객체들을 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체가 전시된다 | F | D-1 이 D-0 로 표시 | P |

| | | | | | | |
|----|---|-------------|-------------------------------------|---|----------------|---|
| 14 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/On/Normal/x/MoveDDAYBackwar | Reverse 4 회 | DDAY 객체들을 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체가 전시된다 | F | D-1 이 D-0 로 표시 | P |
| 15 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/On/Normal/x/OffSelectedDDAY | Adjust 1 회 | DDAY 객체의 상태표시가 비활성화된다 | P | | P |
| 16 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/On/Edit/All/MoveFieldForward | Forward 3 회 | 커서가 편집 필드 3 개를 모두 선택할 수 있다 | P | | P |
| 17 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/Off/Normal/x/MoveDDAYForward | Forward 4 회 | DDAY 객체들을 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체가 전시된다 | F | D-1 이 D-0 로 표시 | P |
| 18 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/Off/Normal/x/MoveDDAYBackward | Reverse 4 회 | DDAY 객체들을 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체가 전시된다 | F | D-1 이 D-0 로 표시 | P |
| 19 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/Off/Normal/x/OffnSelectedDDAY | Adjust 1 회 | DDAY 객체의 상태표시가 비활성화된다 | P | | P |
| 20 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/Off/Edit/All/MoveFieldForward | Forward 3 회 | 커서가 편집 필드 3 개를 모두 선택할 수 있다 | P | | P |
| 21 | DDAY/DDAYIsActivated/4DDAYsOn/On/Normal/x/MoveDDAYForward | Forward 4 회 | DDAY 객체들을 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체가 전시된다 | F | D-1 이 D-0 로 표시 | P |
| 22 | DDAY/DDAYIsActivated/4DDAYsOn/On/Normal/x/MoveDDAYBackward | Reverse 4 회 | DDAY 객체들을 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체가 전시된다 | F | D-1 이 D-0 로 표시 | P |
| 23 | DDAY/DDAYIsActivated/4DDAYsOn/On/Normal/x/OffSelectedDDAY | Adjust 1 회 | DDAY 객체의 상태표시가 비활성화된다 | P | | P |
| 24 | DDAY/DDAYIsActivated/4DDAYsOn/On/Edit/All/MoveFieldForward | Forward 3 회 | 커서가 편집 필드 3 개를 모두 선택할 수 있다 | P | | P |
| 25 | TimeKeeping/DDayIsActive/NormalMode/x/CheckClockGoing | 5 초 이상 응시 | 1 초마다 시간이 갱신됨 | P | | P |

| | | | | | | |
|----|---|-------------|---|---|----------------|---|
| 26 | TimeKeeping/DDayIsActive/NormalMode/x/MoveDDAYForward | Forward 4 회 | DDAY 객체들의 상태표시를 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체의 상태표시가 전시된다 | F | D-1 이 D-0 로 표시 | P |
| 27 | TimeKeeping/DDayIsActive/NormalMode/x/MoveDDAYBackward | Reverse 4 회 | DDAY 객체들의 상태표시를 한 번씩 확인하고 무사히 원래 객체의 상태표시가 전시된다 | F | D-1 이 D-0 로 표시 | P |
| 28 | TimeKeeping/DDayIsActive/EditMode/Year/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 커서가 Month 를 가리킨다 | P | | P |
| 29 | TimeKeeping/DDayIsActive/EditMode/Month/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 커서가 Day 를 가리킨다 | P | | P |
| 30 | TimeKeeping/DDayIsActive/EditMode/Day/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 커서가 Hour 를 가리킨다 | P | | P |
| 31 | TimeKeeping/DDayIsActive/EditMode/Hour/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 커서가 Minute 를 가리킨다 | P | | P |
| 32 | TimeKeeping/DDayIsActive/EditMode/Minute/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 커서가 Sec 를 가리킨다 | P | | P |
| 33 | TimeKeeping/DDayIsActive/EditMode/Sec/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 커서가 Year 를 가리킨다 | P | | P |
| 34 | TimeKeeping/DDayIsNotActive/NormalMode/x/CheckClockGoing | 5 초 이상 응시 | 1 초마다 시간이 갱신됨 | P | | P |
| 35 | TimeKeeping/DDayIsNotActive/EditMode/Year/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 커서가 Month 를 가리킨다 | P | | P |
| 36 | TimeKeeping/DDayIsNotActive/EditMode/Month/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 커서가 Day 를 가리킨다 | P | | P |

| | | | | | | |
|----|--|-------------|--------------------------------|---|-----------|---|
| 37 | TimeKeeping/DDayIsNotActive/EditMode/Day/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 커서가 Hour 를 가리킨다 | P | | P |
| 38 | TimeKeeping/DDayIsNotActive/EditMode/Hour/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 커서가 Minute 를 가리킨다 | P | | P |
| 39 | TimeKeeping/DDayIsNotActive/EditMode/Minute/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 커서가 Sec 를 가리킨다 | P | | P |
| 40 | TimeKeeping/DDayIsNotActive/EditMode/Sec/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 커서가 Year 를 가리킨다 | P | | P |
| 41 | Timer/TimeZero | Adjust 1 회 | 버저 객체 상태가 변하지 않고 Off 상태이다 | P | | P |
| 42 | Timer/TimeFuture/Off/Edit/Hour/x/x | Mode 1 회 | Normal 모드로 돌아감 | P | | P |
| 43 | Timer/TimeFuture/Off/Edit/Minute/x/x | Mode 1 회 | Normal 모드로 돌아감 | P | | P |
| 44 | Timer/TimeFuture/Off/Edit/Sec/x/x | Mode 1 회 | Normal 모드로 돌아감 | P | | P |
| 45 | Timer/TimeFuture/Off/Normal/x/Ring/StopRinging | 아무런 버튼 1 회 | 울리던 버저가 사라짐 | F | 버저의 종료 불가 | P |
| 46 | Timer/TimeFuture/Off/Normal/x/NoRing/Start | Reverse 1 회 | 타이머 객체의 시간이 1 초마다 줄어들기 시작한다. | P | | P |
| 47 | Timer/TimeFuture/Off/Normal/x/NoRing/Clear | Adjust 1 회 | 설정해 놓았던 시간이 0 시 0 분 0 초로 초기화된다 | P | | P |
| 48 | Timer/TimeFuture/Run/Edit/Hour/x/x | - | 이 상황이 불가능함을 확인 | P | | P |
| 49 | Timer/TimeFuture/Run/Edit/Minute/x/x | - | 이 상황이 불가능함을 확인 | P | | P |
| 50 | Timer/TimeFuture/Run/Edit/Sec/x/x | - | 이 상황이 불가능함을 확인 | P | | P |
| 51 | Timer/TimeFuture/Run/Normal/x/Ring/StopRinging | 아무런 버튼 1 회 | 버저가 사라진다 | F | 버저의 | P |

| | | | | | | |
|----|--|-------------|--|---|-----------|---|
| | | | | | 종료 불가 | |
| 52 | Timer/TimeFuture/Run/Normal/x/NoRing/Pause | Reverse 1 회 | 흘러가던 시간이 멈춘다 | P | | P |
| 53 | Timer/TimeFuture/Run/Normal/x/NoRing/Clear | Adjust 1 회 | 설정해 놓았던 시간이 0 시 0 분 0 초로 초기화되지 않으며, 흘러가던 시간이 계속 흘러간다 | P | | P |
| 54 | Timer/TimeFuture/Pus/Edit/Hour/x/x | 불필요한 테스트케이스 | | - | | - |
| 55 | Timer/TimeFuture/Pus/Edit/Minute/x/x | | | - | | - |
| 56 | Timer/TimeFuture/Pus/Edit/Sec/x/x | | | - | | - |
| 57 | Timer/TimeFuture/Pus/Normal/x/Ring/StopRinging | | | - | | - |
| 58 | Timer/TimeFuture/Pus/Normal/x/NoRing/Start | | | - | | - |
| 59 | Timer/TimeFuture/Pus/Normal/x/NoRing/Clear | | | - | | - |
| 60 | Alarm/Alloff/Off/Ring/Normal/x/BuzzerOff | 아무런 버튼 1 회 | 버저가 사라진다 | F | 버저의 종료 불가 | P |
| 61 | Alarm/Alloff/Off/Ring/Edit/Hour/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 버저가 사라진다, 커서가 Hour 에 유지된다 | F | 버저의 종료 불가 | P |
| 62 | Alarm/Alloff/Off/Ring/Edit/Hour/Save | Mode 1 회 | 버저가 사라진다, 커서가 Hour 에 유지된다 | F | 버저의 종료 불가 | P |
| 63 | Alarm/Alloff/Off/Ring/Edit/Hour/BuzzerOff | 아무런 버튼 1 회 | 버저가 사라진다, 커서가 Hour 에 유지된다 | F | 버저의 종료 불가 | P |

| | | | | | | | |
|----|--|-------------|----------------------------------|---|--------------------|---|---------------|
| 64 | Alarm/Alloff/Off/Ring/Edit/Minute/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 버저가 사라진다, 커서가 Minute 에 유지된다 | F | 버저의 종료 불가 | P | |
| 65 | Alarm/Alloff/Off/Ring/Edit/Minute/Save | Mode 1 회 | 버저가 사라진다, 커서가 Minute 에 유지된다 | F | 버저의 종료 불가 | P | |
| 66 | Alarm/Alloff/Off/Ring/Edit/Minute/BuzzerOff | 아무런 버튼 1 회 | 버저가 사라진다, 커서가 Minute 에 유지된다 | F | 버저의 종료 불가 | P | |
| 67 | Alarm/Alloff/Off/NoRing/Normal/x/x | Forward 4 회 | 알람 객체를 모두 확인했더니 전부 상태가 Off 이다 | P | | P | |
| 68 | Alarm/Alloff/Off/NoRing/Edit/Hour/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 커서가 Minute 를 가리킨다 | P | | P | |
| 69 | Alarm/Alloff/Off/NoRing/Edit/Hour/Save | Mode 1 회 | 커서가 Minute 를 가리킨다 | P | | P | |
| 70 | Alarm/Alloff/Off/NoRing/Edit/Minute/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 커서가 Hour 를 가리킨다 | P | | P | |
| 71 | Alarm/Alloff/Off/NoRing/Edit/Minute/Save | Mode 1 회 | 커서가 Hour 를 가리킨다 | P | | P | |
| 72 | Alarm/HasOff/On/Ring/Normal/x/BuzzerOff | 아무런 버튼 1 회 | 버저가 사라진다 | F | 버저의 종료 불가 | P | |
| 73 | Alarm/HasOff/On/NoRing/Normal/x/CheckBuzzerRings | 대기 | 알람시간이 도래하여 버저가 5 분간 울린다 | P | 부수효과: 알람상태도 OFF | P | 부수효과 해결 확인 |
| 74 | Alarm/HasOff/On/NoRing/Normal/x/BuzzerOff | 대기 | 알람시간이 도래하여 버저가 울릴때 사용자 입력으로 종료한다 | P | 부수효과: 알람상태도 OFF | P | 부수효과 해결 확인 |
| 75 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/Hour/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 버저가 사라진다 | F | 버저의 종료 불가 | P | |

| | | | | | | | |
|----|--|-------------|--------------------------------|---|-------------------|---|------------|
| 76 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/ Hour/Save | Mode 1 회 | 버저가 사라진다 | F | 버저 의 종료 불가 | P | |
| 77 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/ Hour/BuzzerOff | 아무런 버튼 1 회 | 버저가 사라진다 | F | 버저 의 종료 불가 | P | |
| 78 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/ Minute/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 버저가 사라진다 | F | 버저 의 종료 불가 | P | |
| 79 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/ Minute/Save | Mode 1 회 | 버저가 사라진다 | F | 버저 의 종료 불가 | P | |
| 80 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/ Minute/BuzzerOff | 아무런 버튼 1 회 | 버저가 사라진다 | F | 버저 의 종료 불가 | P | |
| 81 | Alarm/HasOff/Off/NoRing/N ormal/x/CheckBuzzerRings | 대기 | 다른 객체의 알람시간이 도래하여 버저가 5 분간 울린다 | P | 부수효 과: 알람상 태도 OFF | P | 부수효과 해결 확인 |
| 82 | Alarm/HasOff/Off/NoRing/E dit/Hour/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 커서가 Minute 를 가리킨다 | P | | P | |
| 83 | Alarm/HasOff/Off/NoRing/E dit/Hour/Save | Mode 1 회 | 수정한 대로 알람 시각이 화면에 전시된다 | P | | P | |
| 84 | Alarm/HasOff/Off/NoRing/E dit/Hour/CheckBuzzerRings | 대기 | 다른 객체의 알람시간이 도래하여 버저가 5 분간 울린다 | P | 부수효 과: 알람상 태도 OFF | P | 부수효과 해결 확인 |
| 85 | Alarm/HasOff/Off/NoRing/E dit/Minute/MoveFieldForwar d | 아무런 버튼 1 회 | 커서가 Hour 를 가리킨다 | P | | P | |
| 86 | Alarm/HasOff/Off/NoRing/E dit/Minute/Save | Forward 1 회 | 수정한 대로 알람 시각이 화면에 전시된다 | P | | P | |

| | | | | | | | |
|----|--|--|--------------------------------|---|--------------------|---|---------------|
| 87 | Alarm/HasOff/Off/NoRing/Edit/Minute/CheckBuzzerRings | Mode 1 회 | 다른 객체의 알람시간이 도래하여 버저가 5 분간 울린다 | P | 부수효과: 알람상태도 OFF | P | 부수효과 해결 확인 |
| 88 | Alarm/AllOn/On/Ring/Normal/x/BuzzerOff | 아무런 버튼 1 회 | 버저가 사라진다 | F | 버저의 종료 불가 | P | |
| 89 | Alarm/AllOn/On/NoRing/Normal/x/CheckBuzzerRings | 대기 | 어느 객체의 알람시간이 도래하여 버저가 5 분간 울린다 | P | 부수효과: 알람상태도 OFF | P | 부수효과 해결 확인 |
| 90 | StopWatch/Off/x/Clear | Adjust 1 회 | 시간이 0 시 0 분 0 초로 초기화된다 | P | | P | |
| 91 | StopWatch/Off/x/Start | Reverse 1 회 | 시간이 1 초마다 증가한다 | P | | P | |
| 92 | StopWatch/Run/x/Stop | Reverse 1 회 | 흘러가던 시간이 멈추고 상태표시가 Pus 가 된다 | P | | P | |
| 93 | StopWatch/Pus/x | 대기 | 시간이 흘러가지 않는다 | P | | P | |
| 94 | StopWatch/Pus/x/Start | Reverse 1 회 | 시간이 1 초마다 증가한다 | P | | P | |
| 95 | StopWatch/Edit/Hour/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 커서가 Minute 를 가리킨다 | P | | P | |
| 96 | StopWatch/Edit/Minute/MoveFieldForward | Forward 1 회 | 커서가 Hour 를 가리킨다 | P | | P | |
| 97 | WorldTime/CurrentCitySEL/SelectOtherCity | 임의의 도시로 전환 후 Adjust 1 회 TimeKeeping 으로 돌아감 | 기준 도시가 SEL 에서, 선택한 다른 도시로 표시된다 | P | | P | |
| 98 | WorldTime/CurrentCityPAR/SelectOtherCity | 임의의 도시로 전환 후 Adjust 1 회 TimeKeeping 으로 돌아감 | 기준 도시가 PAR 에서, 선택한 다른 도시로 표시된다 | P | | P | |

| | | | | | | |
|-----|--|--|--------------------------------------|---|--|---|
| 99 | WorldTime/CurrentCityLON/ SelectOtherCity | 임의의 도시로 전환 후 Adjust 1 회 TimeKeeping 으로 돌아감 | 기준 도시가 LON 에서, 선택한 다른 도시로 표시된다 | P | | P |
| 100 | WorldTime/CurrentCityNYC/ SelectOtherCity | 임의의 도시로 전환 후 Adjust 1 회 TimeKeeping 으로 돌아감 | 기준 도시가 NYC 에서, 선택한 다른 도시로 표시된다 | P | | P |
| 101 | Common/SoundEffectOn/M odeTimeKeeping/PressAndLi sten | 4 개의 버튼 클릭 | 4 개의 버튼클릭에 효과음이 발생한다 | P | | P |
| 102 | Common/SoundEffectOn/M odeTimeKeeping/WaitAlarm | 대기 | 시간 도래 시 버저가 울린다 | P | | P |
| 103 | Common/SoundEffectOn/M odeTimeKeeping/WaitTimer | 대기 | 시간 도래 시 버저가 울린다 | P | | P |
| 104 | Common/SoundEffectOn/M odeTimeKeeping/GoBackToT imeKeeping | Forward 를 1 초간 누른다 | 여전히 TimeKeeping 모드에 놓여있다 | P | | P |
| 105 | Common/SoundEffectOn/Els e/PressAndListen | 4 개의 버튼 클릭 | 4 개의 버튼클릭에 효과음이 발생한다 | P | | P |
| 106 | Common/SoundEffectOn/Els e/WaitAlarm | 대기 | 시간 도래 시 버저가 울린다 | P | | P |
| 107 | Common/SoundEffectOn/Els e/WaitTimer | 대기 | 시간 도래 시 버저가 울린다 | P | | P |
| 108 | Common/SoundEffectOn/Els e/GoBackToTimeKeeping | Forward 를 1 초간 누른다 | TimeKeeping 모드로 이동된다 | P | | P |
| 109 | Common/SoundEffectOff/M odeTimeKeeping/PressAndLi sten | 4 개의 버튼 클릭 | 4 개의 버튼클릭에 효과음이 발생하지 않는다 | P | | P |
| 110 | Common/SoundEffectOff/M odeTimeKeeping/WaitAlarm | 대기 | 시간 도래 시 버저가 울린다 | P | | P |
| 111 | Common/SoundEffectOff/M odeTimeKeeping/WaitTimer | 대기 | 시간 도래 시 버저가 울린다 | P | | P |

| | | | | | | |
|-----|---|--------------------|--------------------------|---------------|-------------|------------|
| 112 | Common/SoundEffectOff/ModeTimeKeeping/GoBackToTimeKeeping | Forward 를 1 초간 누른다 | 여전히 TimeKeeping 모드에 놓여있다 | P | | P |
| 113 | Common/SoundEffectOff/Else/PressAndListen | 4 개의 버튼 클릭 | 4 개의 버튼클릭에 효과음이 발생하지 않는다 | P | | P |
| 114 | Common/SoundEffectOff/Else/WaitAlarm | 대기 | 시간 도래 시 버저가 울린다 | P | | P |
| 115 | Common/SoundEffectOff/Else/WaitTimer | 대기 | 시간 도래 시 버저가 울린다 | P | | P |
| 116 | Common/SoundEffectOff/Else/GoBackToTimeKeeping | Forward 를 1 초간 누른다 | TimeKeeping 모드로 이동된다 | P | | P |
| | | | | PASS 계 | 83 | 110 |
| | | | | FAIL 계 | 27 | 0 |
| | | | | 삭제 계 | 6 | 6 |
| | | | | 총 계 | 116 | 116 |
| | | | | 통과율 | 0.83 | 1 |

테스트 실행 결과, 이전 빌드에서 FAIL 되는 테스트는 다음 버전 빌드에서 통과하였으며, 부수효과들도 요구사항 자체를 변경하는 것으로 해결되었습니다. 보고되었던 4 개의 버그

1. DDAY) D-1 을 D-0 로 표시하는 DDAY 잔여일 표시 오류
 2. Alarm, Timer) 시간 만료로 인하여 버저가 중복으로 울릴 때 종료 불가 현상
 3. 2 에 의해 View 를 제어할 수 없는 치명적인 부수효과
 4. Alarm) Alarm 의 종료에 따라 Alarm 의 활성상태도 Off 되는 부수효과
- 가 모두 해결된 것으로 판단합니다.

a) Combinatorial Test 통과 전환 (27 건)

| No. | 테스트 케이스 |
|-----|--|
| 8 | DDAY/DDAYIsActivated/NoDDAYOn/Off/Normal/x/MoveDDAYForward |

| | |
|----|---|
| 9 | DDAY/DDAYIsActivated/NoDDAYOn/Off/Normal/x/MoveDDAYBackward |
| 13 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/On/Normal/x/MoveDDAYForward |
| 14 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/On/Normal/x/MoveDDAYBackwar |
| 17 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/Off/Normal/x/MoveDDAYForward |
| 18 | DDAY/DDAYIsActivated/1-3DDAYsOn/Off/Normal/x/MoveDDAYBackward |
| 21 | DDAY/DDAYIsActivated/4DDAYsOn/On/Normal/x/MoveDDAYForward |
| 22 | DDAY/DDAYIsActivated/4DDAYsOn/On/Normal/x/MoveDDAYBackward |
| 26 | TimeKeeping/DDaylsActive/NormalMode/x/MoveDDAYForward |
| 27 | TimeKeeping/DDaylsActive/NormalMode/x/MoveDDAYBackward |
| 45 | Timer/TimeFuture/Off/Normal/x/Ring/StopRinging |
| 51 | Timer/TimeFuture/Run/Normal/x/Ring/StopRinging |
| 60 | Alarm/Alloff/Off/Ring/Normal/x/BuzzerOff |
| 61 | Alarm/Alloff/Off/Ring/Edit/Hour/MoveFieldForward |
| 62 | Alarm/Alloff/Off/Ring/Edit/Hour/Save |

| | |
|----|--|
| 63 | Alarm/AllOff/Off/Ring/Edit/Hour/BuzzerOff |
| 64 | Alarm/AllOff/Off/Ring/Edit/Minute/MoveFieldForward |
| 65 | Alarm/AllOff/Off/Ring/Edit/Minute/Save |
| 66 | Alarm/AllOff/Off/Ring/Edit/Minute/BuzzerOff |
| 72 | Alarm/HasOff/On/Ring/Normal/x/BuzzerOff |
| 75 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/Hour/MoveFieldForward |
| 76 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/Hour/Save |
| 77 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/Hour/BuzzerOff |
| 78 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/Minute/MoveFieldForward |
| 79 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/Minute/Save |
| 80 | Alarm/HasOff/Off/Ring/Edit/Minute/BuzzerOff |
| 88 | Alarm/AllOn/On/Ring/Normal/x/BuzzerOff |

b) 부수효과 해결 (6 건)

| No. | 테스트 케이스 |
|-----|--|
| 73 | Alarm/HasOff/On/NoRing/Normal/x/CheckBuzzerRings |
| 74 | Alarm/HasOff/On/NoRing/Normal/x/BuzzerOff |
| 81 | Alarm/HasOff/Off/NoRing/Normal/x/CheckBuzzerRings |
| 84 | Alarm/HasOff/Off/NoRing/Edit/Hour/CheckBuzzerRings |
| 87 | Alarm/HasOff/Off/NoRing/Edit/Minute/CheckBuzzerRings |

89

Alarm/AllOn/On/NoRing/Normal/x/CheckBuzzerRings

3.3.2. Pairwise Test 실행 결과 (총 77, 통과 77)

| 순번 | | iter #2 |
|----|--------|---------|
| 1 | Alarm | P |
| 2 | | P |
| 3 | | P |
| 4 | | P |
| 5 | | P |
| 6 | | P |
| 7 | | P |
| 8 | | P |
| 9 | | P |
| 10 | | P |
| 11 | | P |
| 12 | | P |
| 13 | | P |
| 14 | | P |
| 15 | | P |
| 16 | | P |
| 17 | | P |
| 18 | | P |
| 19 | | P |
| 20 | | P |
| 21 | | P |
| | Common | P |
| 22 | | P |
| 23 | | P |
| 24 | | P |
| 25 | | P |
| 26 | | P |
| 27 | | P |
| 28 | | P |
| 29 | | P |
| 30 | | P |
| 31 | P | |

| | | |
|----|-------------|---|
| 32 | | P |
| | DDAY | P |
| 33 | | P |
| 34 | | P |
| 35 | | P |
| 36 | | P |
| 37 | | P |
| 38 | | P |
| 39 | | P |
| 40 | | P |
| 41 | | P |
| 42 | | P |
| | ModeChange | P |
| 43 | | P |
| 44 | | P |
| 45 | | P |
| 46 | | P |
| 47 | | P |
| 48 | | P |
| 49 | | P |
| | StopWatch | P |
| 50 | | P |
| 51 | | P |
| 52 | | P |
| 53 | | P |
| 54 | | P |
| 55 | | P |
| 56 | | P |
| 57 | | P |
| | TimeKeeping | P |
| 58 | | P |
| 59 | | P |
| 60 | | P |
| 61 | | P |
| 62 | | P |

| | | |
|----|-----------|---|
| 63 | | P |
| 64 | | P |
| | Timer | P |
| 65 | | P |
| 66 | | P |
| 67 | | P |
| 68 | | P |
| 69 | | P |
| 70 | | P |
| 71 | | P |
| 72 | | P |
| 73 | | P |
| | WorldTime | P |
| 74 | | P |
| 75 | | P |
| 76 | | P |
| 77 | | P |

Pairwise 테스트 케이스는 Iteration#2 부터 테스트되었습니다. 77 개 모든 항목에 대하여 통과하였으므로 통과율은 1 입니다.

3.3.3. Brute-Force Test 통과 전환 (3 건)

| No. | 구분 | Ref.# | System Function | 하위 요구사항 ID | 하위 요구사항 | Brute-Force Pass #1 | Brute-Force Pass #2 |
|-----|-------|-------|-----------------|---------------|---|---------------------|---------------------|
| 35 | Timer | R4.7 | 타이머 Buzz 종료 | REQ.Timer.7.2 | 타이머가 울리는 동안 사용자가 버저를 중간에 종료함 | X | O |
| 44 | Alarm | R5.4 | 알람 Buzz 종료 | REQ.Alarm.4.1 | 동작중인 알람 Buzz 를 5 분이 되기 전에 사용자 행위로 종료 | X | O |
| 47 | Alarm | R5.5 | 알람 Buzz | REQ.Alarm.5.2 | 알람 시간에 도달하여 알람 Buzz 가 동작하는 도중에 또다른 알람 Buzz 작동 | X | O |

버그 해결로 말미암아 Brute-Force Testing 에서 실패하던 3 가지 시스템 테스트 역시 통과되었습니다. 이로서 Brute-Force Test 의 통과율은 1 입니다.

4. Static Analysis

4.1 Test Coverage

저희 팀은 테스트 케이스의 커버리지를 평가하는 도구로 Cobertura 를 사용하였습니다. 이 도구는 build.gradle 의 플러그인으로 사용할 수 있습니다. gradle 의 모든 테스트 절차가 끝나면 Coverage 를 계산하여 레포트 형식으로 제공해 줍니다. Cobertura 를 세 가지 Coverage 지표를 알려줄 수 있습니다.

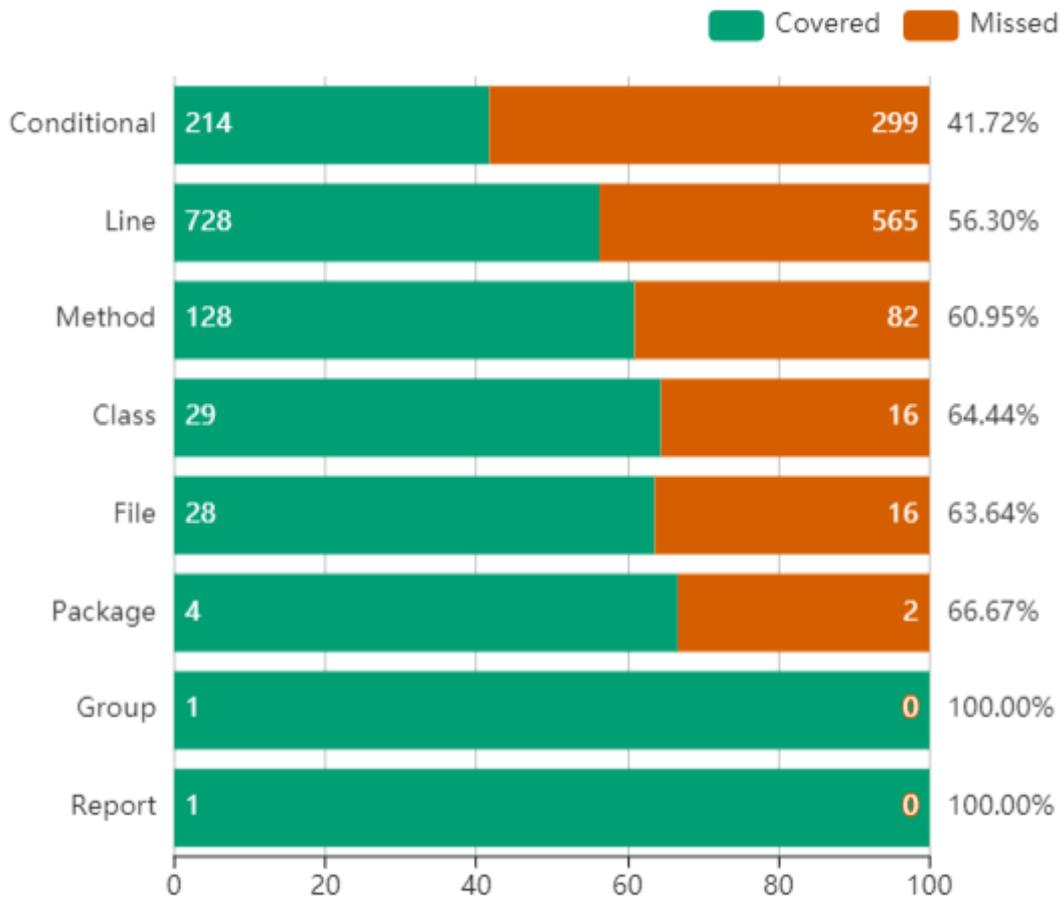
- 1) 라인 커버리지
- 2) 분기 커버리지
- 3) Cyclometric 복잡도

A4 팀은 JUnit 으로 작성된 Unit Test 를 진행했으며, 저희 QA 는 자동화가 용이한 ModeChange 기능에 대하여 Junit 코드를 작성하여 시스템 테스트에 사용하였습니다. 그러므로 1) Unit Test 에 대하여, 2) Unit Test + 일부 자동화된 System Test 에 대하여 테스트 커버리지가 도출된 모습을 보여드리겠습니다.

4.1.1 Unit Test Coverage

- a) 최신 빌드의 Coverage 한눈에 보기

Code Coverage



젠킨스의 Cobertura 플러그인은 Cobertura 보고서를 가다듬어 더 많은 커버리지 정보를 제공해 줍니다. 그림은 가장 최신 빌드의 Unit Testcase Coverage 입니다. 2 개의 패키지 View

View.Button 가 아직 테스트되지 않았으며, 16 개의 클래스가 테스트되지 않았습니다. 라인 커버리지는 56.3%, 분기 커버리지는 41.72% 입니다.

b) 클래스 별 커버리지 현황

(org.ooad_dws4 패키지)

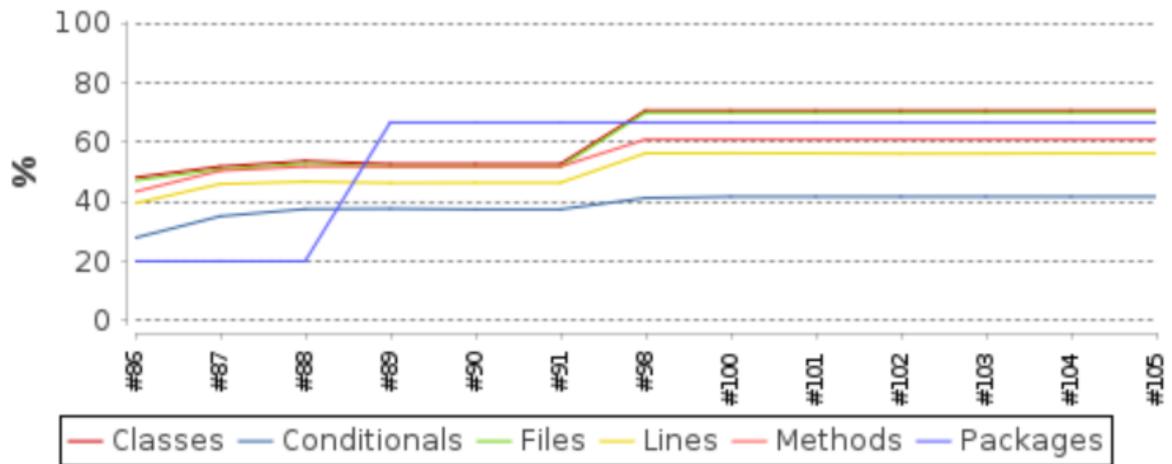
| Classes in this Package ^ | Line Coverage | | Branch Coverage | | Complexity |
|----------------------------------|---------------|--------|-----------------|-------|------------|
| Alarm | 33% | 2/6 | 50% | 2/4 | 1 |
| AlarmMode | 83% | 93/112 | 65% | 26/40 | 2.944 |
| Application | 0% | 0/23 | N/A | N/A | 1 |
| ButtonsetAdapter | 0% | 0/4 | N/A | N/A | 1 |
| Buzzer | N/A | N/A | N/A | N/A | 1 |
| BuzzerAdapter | 100% | 6/6 | 66% | 4/6 | 2 |
| City | 66% | 2/3 | N/A | N/A | 1 |
| Clock | 0% | 0/7 | N/A | N/A | 1.667 |
| DDay | 100% | 2/2 | 50% | 1/2 | 1 |
| DDayMode | 59% | 60/101 | 46% | 25/54 | 3.333 |
| DWSObject | 0% | 0/2 | N/A | N/A | 1 |
| Event | 66% | 4/6 | 50% | 1/2 | 1 |
| EventScheduler | 56% | 54/96 | 36% | 17/46 | 0 |
| IOBridge | 76% | 19/25 | 53% | 8/15 | 2 |
| IOBridge\$1 | 100% | 3/3 | N/A | N/A | 2 |
| Input | N/A | N/A | N/A | N/A | 1 |
| InputController | 0% | 0/4 | N/A | N/A | 1 |
| LCD | N/A | N/A | N/A | N/A | 1 |
| LCDAdapter | 72% | 8/11 | 50% | 3/6 | 2 |
| MainController | 0% | 0/44 | 0% | 0/32 | 4.167 |
| Message | 100% | 1/1 | N/A | N/A | 1 |
| Mode | 100% | 6/6 | 100% | 2/2 | 1 |
| ModeManager | 52% | 74/142 | 34% | 34/98 | 5.929 |
| OutputController | 100% | 9/9 | 100% | 2/2 | 1.25 |
| PulseMaker | N/A | N/A | N/A | N/A | 1 |
| Stopwatch | 50% | 3/6 | 50% | 1/2 | 1 |
| StopwatchMode | 80% | 58/72 | 58% | 21/36 | 2.692 |
| TimeKeeping | 40% | 2/5 | 50% | 1/2 | 1.2 |
| TimeKeepingMode | 81% | 85/104 | 53% | 15/28 | 2.8 |
| TimeRunner | 77% | 17/22 | 75% | 3/4 | 1.286 |
| Timer | 37% | 3/8 | 0% | 0/2 | 1.2 |
| TimerMode | 55% | 68/122 | 38% | 24/62 | 3.588 |
| WoldTimeMode | 84% | 64/76 | 75% | 12/16 | 2 |

클래스 별로 지표를 살펴보니 최소 0 에서 최대 5.929 의 Cyclometric Complexity 가 계산되어 있습니다. 이미지 상에서 Application 과 ButtonsetAdapter 클래스의 라인 커버리지가 0 인 걸로 보아 유닛 테스트에서 빠진 모양입니다.

c) 빌드 진행에 따른 Coverage 양상

Cobertura Coverage Report

Trend



위 그림은 빌드가 진행되면서 커버리지가 어떻게 변했는지 나타내고 있습니다. 98 번 빌드까지는 커버리지가 개선되는 양상을 보이다가 이후 아무런 개선을 보이지 않고 있습니다.

4.1.2. Unit Test + 일부 자동화된 System Test 의 Coverage

a) 커버리지 한 눈에 보기

| Package ^ | # Classes | Line Coverage | Branch Coverage | Complexity |
|-------------------------------|-----------|---|--|------------|
| org.ooad.dws4 | 33 | 62% 643/1028 | 43% 202/461 | 2.367 |

시스템 테스트는 젠킨스 서버가 아닌 로컬 환경에서 수행하고 있어서 4.1.a 과 동일한 이미지를 발췌할 수 없었습니다.

자동화된 Junit 시스템 테스트는 ModeChange 스펙을 검증합니다. 이 테스트가 추가되면서 라인 커버리지가 6% 올라갔고, 분기 커버리지도 1% 가량 상승했습니다.

b) 클래스 별 커버리지 현황

(org.ooad_dws4 패키지)

아래의 이미지는 클래스 별 커버리지를 따진 것이며, 4.1.b 와 비교하여 보면 됩니다. ModeChange 시스템 테스트 추가로 인해 커버되는 라인이 증가된 모습입니다. ModeChange 기능의 핵심인 ModeManager 클래스가 아직도 73% 라인 밖에 커버되지 않은 점이 아쉽습니다.

| Classes in this Package [^] | Line Coverage | Branch Coverage | Complexity |
|--------------------------------------|---------------|-----------------|------------|
| Alarm | 33% 2/6 | 50% 2/4 | 1 |
| AlarmMode | 89% 100/112 | 75% 30/40 | 2,944 |
| Application | 95% 22/23 | N/A N/A | 1 |
| ButtonsetAdapter | 100% 4/4 | N/A N/A | 1 |
| Buzzer | N/A N/A | N/A N/A | 1 |
| BuzzerAdapter | 100% 6/6 | 83% 5/6 | 2 |
| City | 66% 2/3 | N/A N/A | 1 |
| Clock | 71% 5/7 | N/A N/A | 1,667 |
| DDay | 100% 2/2 | 50% 1/2 | 1 |
| DDayMode | 59% 60/101 | 46% 25/54 | 3,333 |
| DWSObject | 0% 0/2 | N/A N/A | 1 |
| Event | 66% 4/6 | 100% 2/2 | 1 |
| EventScheduler | 66% 64/96 | 41% 19/46 | 0 |
| IOBridge | 96% 24/25 | 73% 11/15 | 2 |
| IOBridge\$1 | 100% 3/3 | N/A N/A | 2 |
| Input | N/A N/A | N/A N/A | 1 |
| InputController | 100% 4/4 | N/A N/A | 1 |
| LCD | N/A N/A | N/A N/A | 1 |
| LCDAdapter | 90% 10/11 | 83% 5/6 | 2 |
| MainController | 54% 24/44 | 37% 12/32 | 4,167 |
| Message | 100% 1/1 | N/A N/A | 1 |
| Mode | 100% 6/6 | 100% 2/2 | 1 |
| ModeManager | 73% 105/142 | 62% 61/98 | 5,929 |
| OutputController | 100% 9/9 | 100% 2/2 | 1,25 |
| PulseMaker | N/A N/A | N/A N/A | 1 |
| Stopwatch | 50% 3/6 | 50% 1/2 | 1 |
| StopwatchMode | 81% 59/72 | 63% 23/36 | 2,692 |
| TimeKeeping | 40% 2/5 | 50% 1/2 | 1,2 |
| TimeKeepingMode | 89% 93/104 | 60% 17/28 | 2,8 |
| TimeRunner | 100% 22/22 | 75% 3/4 | 1,286 |
| Timer | 37% 3/8 | 0% 0/2 | 1,2 |
| TimerMode | 63% 78/122 | 43% 27/62 | 3,588 |
| WoldTimeMode | 94% 72/76 | 75% 12/16 | 2 |

4.2 pmd & findbugs

4.2.1. pmd 탐지 경고

Details

| Packages | Files | People | Categories | Types | Warnings | Origin | Details | Fixed | Normal | Low |
|----------|-------|--------|------------|---|----------|--|---------|-------|--------|-----|
| | | | | Package | Total | Distribution | | | | |
| | | | | org.ooad_dws4 | 631 |  | | | | |
| | | | | org.ooad_dws4.View | 8 |  | | | | |
| | | | | org.ooad_dws4.View.Button | 66 |  | | | | |
| | | | | org.ooad_dws4.View.Buzzer | 17 |  | | | | |
| | | | | org.ooad_dws4.View.Font | 6 |  | | | | |
| | | | | org.ooad_dws4.View.LCD | 68 |  | | | | |
| | | | | Total | 796 | | | | | |

위 이미지는 pmd 도구가 발견한 경고들입니다. 노란색 바는 Normal 수준의 경고, 파란색 바는 Low 수준의 경고, 이미지에 나타나지 않았으나 빨간색 바는 High 수준의 경고입니다. 빨간색 경고는 개발자 측에서 수시로 pmd 경고를 점검하여 제거한 것으로 보입니다.

그럼에도 현재 796 개의 경고가 떠있으며 이를 모두 이슈로 처리하는 것은 불가능하므로 QA 주관적으로 Java 코드 컨벤션과, 객체지향원칙에 관련된 워닝 타입을 골라 수정을 요청하도록 하겠습니다. 다음 장부터는 선별한 에러타입과 해당 에러를 일으킨 코드위치를 보여줍니다.

4.2.2. 주관적으로 선별한 에러

1) AbstractClassWithoutAbstractMethod

| | | | |
|------------------------------------|-----------------------|---------------------|---|
| high | 0 | normal | 1 |
| 에러 | 내용 | 해결방법 | |
| AbstractClassWithoutAbstractMethod | 추상 클래스인데 추상 메서드가 없습니다 | abstract 식별자를 제거하세요 | |

| File | Priority | Age | Author | Commit ID |
|----------------------------------|----------|--------------------|-----------------------------|-----------|
| DWSObject.java:5 | Normal | 86 | Lumy_Kelvin | 8d21b3 |

2) AvoidDeeplyNestedIfStmts

| | | | |
|--------------------------|------------------|------------------|---|
| high | 0 | normal | 1 |
| 에러 | 내용 | 해결방법 | |
| AvoidDeeplyNestedIfStmts | if 문 중첩이 너무 많습니다 | 모듈화하여 if 문을 감추세요 | |

| File | Priority | Age | Author | Commit ID |
|--------------------------------------|----------|--------------------|-----------------------------|-----------|
| ModeManager.java:118 | Normal | 38 | Lumy_Kelvin | a0cd40 |

3) AvoidDuplicateLiterals

| | | | |
|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---|
| high | 0 | normal | 5 |
| 에러 | 내용 | 해결방법 | |
| AvoidDuplicateLiterals | 상수 리터럴이 반복적으로 나타나고 있습니다 | enum 이나 static final 로 선언하여 사용하세요 | |

| File | Priority | Age | Author | Commit ID |
|---|----------|--------------------|-----------------------------|-----------|
| AlarmMode.java:37 | Normal | 38 | wooyoung | 979d22 |
| ModeManager.java:279 | Normal | 75 | Lumy_Kelvin | 4d3452 |
| ModeManager.java:284 | Normal | 79 | Lumy_Kelvin | b6b1f8 |
| TimeKeepingMode.java:55 | Normal | 53 | wooyoung | 02c58c |
| TimerMode.java:36 | Normal | 16 | Lumy_Kelvin | 8e06aa |

4) AvoidLiteralsInIfCondition

| | | | |
|----------------------------|---|------------------------|-----------------------------------|
| high | 0 | normal | 40 |
| 에러 | | 내용 | 해결방법 |
| AvoidLiteralsInIfCondition | | if 조건문에 상수 리터럴을 사용했습니다 | enum 이나 static final 로 선언하여 사용하세요 |

Type AvoidLiteralsInIfCondition

| File | Package | Priority | Age | Author | Commit ID |
|---|-------------------------------|----------|--------------------|-----------------------------|-----------|
| AlarmMode.java:43 | org.ooad_dws4 | Normal | 38 | wooyoung | ceaeda |
| DDayMode.java:52 | org.ooad_dws4 | Normal | 25 | Lumy_Kelvin | b3e44d |
| DDayMode.java:56 | org.ooad_dws4 | Normal | 25 | Lumy_Kelvin | b3e44d |
| DDayMode.java:58 | org.ooad_dws4 | Normal | 53 | Lumy_Kelvin | fe28c1 |
| DDayMode.java:61 | org.ooad_dws4 | Normal | 53 | Lumy_Kelvin | b3e44d |
| DDayMode.java:90 | org.ooad_dws4 | Normal | 53 | Lumy_Kelvin | b3e44d |
| DDayMode.java:151 | org.ooad_dws4 | Normal | 53 | Lumy_Kelvin | b3e44d |
| MainController.java:48 | org.ooad_dws4 | Normal | 80 | wooyoung | 07b033 |
| MainController.java:72 | org.ooad_dws4 | Normal | 53 | Lumy_Kelvin | 6e62da |
| MainController.java:80 | org.ooad_dws4 | Normal | 53 | Lumy_Kelvin | 6e62da |
| ModeManager.java:113 | org.ooad_dws4 | Normal | 53 | Lumy_Kelvin | b6b1f8 |
| ModeManager.java:116 | org.ooad_dws4 | Normal | 38 | Lumy_Kelvin | a0cd40 |
| ModeManager.java:131 | org.ooad_dws4 | Normal | 24 | Lumy_Kelvin | a3a9f0 |
| ModeManager.java:134 | org.ooad_dws4 | Normal | 24 | Lumy_Kelvin | a3a9f0 |
| ModeManager.java:154 | org.ooad_dws4 | Normal | 53 | Lumy_Kelvin | 126b6d |
| ModeManager.java:156 | org.ooad_dws4 | Normal | 53 | Lumy_Kelvin | 126b6d |
| ModeManager.java:158 | org.ooad_dws4 | Normal | 53 | Lumy_Kelvin | 126b6d |
| ModeManager.java:179 | org.ooad_dws4 | Normal | 79 | Lumy_Kelvin | b6b1f8 |
| ModeManager.java:193 | org.ooad_dws4 | Normal | 79 | Lumy_Kelvin | b6b1f8 |
| ModeManager.java:219 | org.ooad_dws4 | Normal | 53 | Lumy_Kelvin | 126b6d |
| ModeManager.java:250 | org.ooad_dws4 | Normal | 79 | Lumy_Kelvin | 6e62da |
| ModeManager.java:264 | org.ooad_dws4 | Normal | 79 | Lumy_Kelvin | b6b1f8 |
| StopwatchMode.java:26 | org.ooad_dws4 | Normal | 38 | Lumy_Kelvin | 8e06aa |
| StopwatchMode.java:43 | org.ooad_dws4 | Normal | 38 | Lumy_Kelvin | 8e06aa |
| StopwatchMode.java:45 | org.ooad_dws4 | Normal | 38 | Lumy_Kelvin | 8e06aa |
| StopwatchMode.java:46 | org.ooad_dws4 | Normal | 38 | Lumy_Kelvin | 8e06aa |
| StopwatchMode.java:48 | org.ooad_dws4 | Normal | 38 | Lumy_Kelvin | 8e06aa |
| StopwatchMode.java:49 | org.ooad_dws4 | Normal | 38 | Lumy_Kelvin | 8e06aa |
| StopwatchMode.java:51 | org.ooad_dws4 | Normal | 38 | Lumy_Kelvin | 8e06aa |
| StopwatchMode.java:109 | org.ooad_dws4 | Normal | 38 | Lumy_Kelvin | 699e95 |
| StopwatchMode.java:111 | org.ooad_dws4 | Normal | 38 | Lumy_Kelvin | 699e95 |
| TimeKeepingMode.java:32 | org.ooad_dws4 | Normal | 53 | Lumy_Kelvin | 126b6d |

| | | | | | |
|-------------------------------------|---|--------|--------------------|------------------------------|--------|
| TimerMode.java:33 | org.ooad_dws4 | Normal | 38 | Lumy Kelvin | 8e06aa |
| TimerMode.java:59 | org.ooad_dws4 | Normal | 38 | Lumy Kelvin | 8e06aa |
| TimerMode.java:70 | org.ooad_dws4 | Normal | 36 | Lumy Kelvin | 8e06aa |
| TimerMode.java:71 | org.ooad_dws4 | Normal | 38 | Lumy Kelvin | 8e06aa |
| TimerMode.java:73 | org.ooad_dws4 | Normal | 38 | Lumy Kelvin | 8e06aa |
| TimerMode.java:86 | org.ooad_dws4 | Normal | 38 | Lumy Kelvin | 56f998 |
| TimerMode.java:96 | org.ooad_dws4 | Normal | 38 | Lumy Kelvin | 56f998 |
| TimerMode.java:98 | org.ooad_dws4 | Normal | 16 | Lumy Kelvin | 56f998 |
| TimerMode.java:100 | org.ooad_dws4 | Normal | 16 | Lumy Kelvin | 56f998 |
| TimerMode.java:183 | org.ooad_dws4 | Normal | 36 | Lumy Kelvin | 56f998 |
| TimerMode.java:185 | org.ooad_dws4 | Normal | 36 | Lumy Kelvin | 56f998 |
| ButtonEvent.java:41 | org.ooad_dws4.View.Button | Normal | 75 | JasonYoo1995 | 362dd9 |
| BuzzerSound.java:55 | org.ooad_dws4.View.Buzzer | Normal | 15 | Lumy Kelvin | 22a45d |
| LCDBlink.java:19 | org.ooad_dws4.View.LCD | Normal | 27 | Lumy Kelvin | 4ec376 |
| LCDPanel.java:151 | org.ooad_dws4.View.LCD | Normal | 15 | Lumy Kelvin | 8b1825 |

5) DefaultPackage

| | |
|----------------|----------------------|
| high 0 | normal 8 |
| 에러 | 내용 |
| DefaultPackage | 멤버변수에 스코핑 식별자가 없습니다 |
| | 해결방법 |
| | private 을 명시적으로 붙이세요 |

| File | Package | Priority | Age | Author | Commit ID |
|--|---|----------|--------------------|------------------------------|-----------|
| Clock.java:13 | org.ooad_dws4 | Normal | 80 | wooyoung | 07b033 |
| Clock.java:14 | org.ooad_dws4 | Normal | 80 | wooyoung | 07b033 |
| Clock.java:15 | org.ooad_dws4 | Normal | 80 | wooyoung | 07b033 |
| ButtonComponent.java:9 | org.ooad_dws4.View.Button | Normal | 75 | JasonYoo1995 | 362dd9 |
| DWSFrame.java:11 | org.ooad_dws4.View | Normal | 75 | JasonYoo1995 | 362dd9 |
| DWSFrame.java:12 | org.ooad_dws4.View | Normal | 75 | JasonYoo1995 | 362dd9 |
| DWSFrame.java:13 | org.ooad_dws4.View | Normal | 75 | JasonYoo1995 | 362dd9 |
| LCDText.java:6 | org.ooad_dws4.View.LCD | Normal | 75 | JasonYoo1995 | 362dd9 |

6) FinalFieldCouldBeStatic

| high | 0 | normal | 1 | | | |
|--|---|----------|--------------------|------------------------------|-----------|--|
| 에러 | 내용 | | 해결방법 | | | |
| FinalFieldCouldBeStatic | final 멤버는 static 으로 고려하십시오 | | static 변수로 선언하세요 | | | |
| File | Package | Priority | Age | Author | Commit ID | |
| Clock.java:13 | org.ooad_dws4 | Normal | 80 | wooyoung | 07b033 | |
| Clock.java:14 | org.ooad_dws4 | Normal | 80 | wooyoung | 07b033 | |
| Clock.java:15 | org.ooad_dws4 | Normal | 80 | wooyoung | 07b033 | |
| ButtonComponent.java:9 | org.ooad_dws4.View.Button | Normal | 75 | JasonYoo1995 | 362dd9 | |
| DWSFrame.java:11 | org.ooad_dws4.View | Normal | 75 | JasonYoo1995 | 362dd9 | |
| DWSFrame.java:12 | org.ooad_dws4.View | Normal | 75 | JasonYoo1995 | 362dd9 | |
| DWSFrame.java:13 | org.ooad_dws4.View | Normal | 75 | JasonYoo1995 | 362dd9 | |
| LCDText.java:6 | org.ooad_dws4.View.LCD | Normal | 75 | JasonYoo1995 | 362dd9 | |

7) LogicInversion

| high | 0 | normal | 2 | | | |
|-----------------------------------|------------------|--------------------|-----------------------------|-----------|--|--|
| 에러 | 내용 | | 해결방법 | | | |
| LogicInversion | 조건에 ! 연산자를 붙였습니다 | | 반대되는 조건 연산자를 사용하세요 | | | |
| File | Priority | Age | Author | Commit ID | | |
| Event.java:57 | Normal | 15 | Lumy_Kelvin | a36896 | | |
| TimerMode.java:35 | Normal | 38 | Lumy_Kelvin | 8e06aa | | |

8) LooseCoupling

| | | | | | | |
|---------------|--------------------------------|--------|-------------------|--|--|--|
| high | 0 | normal | 13 | | | |
| 에러 | 내용 | | 해결방법 | | | |
| LooseCoupling | 인터페이스가 아닌 하위 클래스에 직접 의존하고 있습니다 | | 의존타입을 인터페이스로 바꾸세요 | | | |

| File | Priority | Age | Author | Commit ID |
|--|----------|-----------|------------------------------|-----------|
| AlarmMode.java:194 | Normal | <u>38</u> | Lumy Kelvin | e4f807 |
| AlarmMode.java:203 | Normal | <u>38</u> | Lumy Kelvin | e4f807 |
| DWSObject.java:6 | Normal | <u>80</u> | wooyoung | 37714e |
| EventScheduler.java:18 | Normal | <u>80</u> | Lumy Kelvin | 75f881 |
| EventScheduler.java:22 | Normal | <u>80</u> | wooyoung | 07b033 |
| LCD.java:6 | Normal | <u>75</u> | JasonYoo1995 | f09820 |
| LCDAdapter.java:19 | Normal | <u>75</u> | JasonYoo1995 | f09820 |
| Message.java:9 | Normal | <u>80</u> | wooyoung | 07b033 |
| Message.java:11 | Normal | <u>80</u> | wooyoung | 07b033 |
| Message.java:25 | Normal | <u>75</u> | wooyoung | 37714e |
| TimeKeepingMode.java:183 | Normal | <u>53</u> | Lumy Kelvin | 126b6d |
| TimeKeepingMode.java:193 | Normal | <u>53</u> | Lumy Kelvin | 126b6d |
| WoldTimeMode.java:133 | Normal | <u>53</u> | Lumy Kelvin | 71458f |

9) MethodReturnsInternalArray

| high | 0 | normal | 1 |
|----------------------------|---|-------------------|---------------------|
| 에러 | | | |
| MethodReturnsInternalArray | | 메서드가 내부 배열을 노출합니다 | 해결방법 방어기법을 적용하세요 |

| File | Priority | Age | Author | Commit ID |
|------------------------------------|----------|-----------|--------------------------|-----------|
| AlarmMode.java:191 | Normal | <u>38</u> | wooyoung | 979d22 |

10) PositionLiteralsFirstInComparisons

| | | | |
|--|---|--|-------------------------|
| high | 0 | normal | 8 |
| 예러 | | 내용 | 해결방법 |
| PositionLiterals FirstInComparisons | | 문자열을 비교할 때는 상수 문자열을 앞쪽에 배치하세요 (코드 컨벤션) | 문자열 상수의 equals()를 호출하세요 |

| File | Priority | Age | Author | Commit ID |
|--|----------|--------------------|------------------------------|-----------|
| BuzzerAdapter.java:17 | Normal | 75 | JasonYoo1995 | f09820 |
| BuzzerAdapter.java:18 | Normal | 75 | JasonYoo1995 | f09820 |
| BuzzerAdapter.java:19 | Normal | 75 | JasonYoo1995 | f09820 |
| IOBridge.java:27 | Normal | 75 | Lumy Kelvin | 3c4dec |
| IOBridge.java:38 | Normal | 75 | JasonYoo1995 | 68a56b |
| IOBridge.java:41 | Normal | 13 | JasonYoo1995 | 68a56b |
| LCDAdapter.java:22 | Normal | 75 | JasonYoo1995 | f09820 |
| OutputController.java:15 | Normal | 75 | JasonYoo1995 | f09820 |

11) RedundantFieldInitializer

| | | | |
|---------------------------|---|-------------------------|---------------------------------------|
| high | 0 | normal | 2 |
| 예러 | | 내용 | 해결방법 |
| RedundantFieldInitializer | | 멤버변수 초기화를 선언과 함께 하고있습니다 | static 및 final 이 아니면 초기화작업은 생성자에서 하세요 |

| File | Priority | Type | Category |
|----------------------------------|----------|---------------------------|-------------|
| DDayMode.java:12 | Normal | RedundantFieldInitializer | Performance |
| DDayMode.java:13 | Normal | RedundantFieldInitializer | Performance |

12) UseEqualsToCompareStrings

| | | | |
|---------------------------|---|---------------------|-----------------|
| high | 0 | normal | 1 |
| 예러 | | 내용 | 해결방법 |
| UseEqualsToCompareStrings | | 문자열 비교에 ==를 쓰지 마십시오 | equals()를 호출하세요 |

| File | Priority | Age | Author | Commit ID |
|-----------------------------------|----------|--------------------|--------------------------|-----------|
| AlarmMode.java:43 | Normal | 38 | wooyoung | ceaeda |

4.2.3. findbugs 탐지 경고

Details

| Packages | Files | People | Categories | Types | Warnings | Origin | Details | Fixed |
|---|-------|--------|------------|--|----------|--------|---------|-------|
| Package | | | Total | Distribution | | | | |
| org.ooad_dws4 | | | 3 |  | | | | |
| org.ooad_dws4.View.Button | | | 1 |  | | | | |
| org.ooad_dws4.View.LCD | | | 1 |  | | | | |
| Total | | | 5 | | | | | |

위 이미지는 findbugs 도구가 발견한 경고들입니다. pmd와 마찬가지로 노란색 바는 Normal 수준의 경고, 파란색 바는 Low 수준의 경고, 빨간색 바는 High 수준의 경고입니다. 빨간색 경고는 개발자 측에서 수시로 findbugs 경고를 점검하여 제거한 것으로 보입니다.

현재 5개의 경고가 발견됐으며 이 중 3타입의 경고를 주관적으로 선별하여 개선하도록 요청하겠습니다. 다음 장부터 선별한 findbugs 경고를 보여주고 보고서를 마칩니다.

high 0 normal 1

에러
EI_EXPOSE_REP

내용
mutable 객체를 그대로 반환했습니다. 클라이언트가 설계 의도에 반하여 객체 내용을 수정해버릴 수 있습니다

해결방법
카피 객체를 반환하세요

| | |
|------|---|
| 순번 | 1 |
| 도구 | findbugs |
| 에러 | EI_EXPOSE_REP |
| 에러내용 | mutable 객체를 그대로 반환했습니다. 클라이언트가 설계 의도에 반하여 객체 내용을 수정해버릴 수 있습니다 |
| 위반코드 | AlarmMode.java:191 |
| | <pre> 189 /* personally added */ 190 public Alarm[] getAlarms() { 191 return this.alarms; 192 } </pre> |

high 0 normal 1

에러
SF_SWITCH_NO_DEFAULT

내용
switch 문에 default 케이스가 빠졌습니다

해결방법
default 케이스를 추가하세요

| | |
|------|--|
| 순번 | 2 |
| 도구 | findbugs |
| 에러 | SF_SWITCH_NO_DEFAULT |
| 에러내용 | switch 문에 default 케이스가 빠졌습니다 |
| 위반코드 | LCDPanel.java:209-226 |
| | <pre> 220 case 3: 221 setText(10, 16, value); 222 break; 223 case 4: 224 setText(17, 26, value); 225 break; 226 } </pre> |

에러

내용

해결방법
entrySet 의
이터레이터를
쓰세요

WMI_WRONG_MAP_ITERATOR 맵을 트래버스 하기 위해 keySet 의 이터레이터를 사용했습니다

| | |
|------|--|
| 순번 | 3 |
| 도구 | findbugs |
| 에러 | WMI_WRONG_MAP_ITERATOR |
| 에러내용 | 맵을 트래버스 하기 위해 keySet 의 이터레이터를 사용했습니다 |
| 위반코드 | LCDAdapter.java:31 |
| | <pre> 30 else{ 31 this.lcdPanel.changeLCD(Integer.parseInt(key),arg.get(key)); 32 }</pre> |