

변전자동화 버퍼방식의 데이터 전송 통신 기능 검증

(Verification of The Buffered Report based Data Transmission Function of Substation Automation)

이남호 · 장병태 · 이민수 · 안용호 · 송인준 · 김병현

(N.H Lee · B.T Jang · M.S Lee · Y.H An · I.J Song · B.H Kim)

한국전력공사 전력연구원

Abstract

IEC 61850 변전자동화시스템은 상위시스템과 다수의 IED 간에 서버와 클라이언트의 관계를 가지고 리포트 서비스를 통해 정보의 전달이 이루어지는 시스템이다. 규격에서 정의하는 리포트는 IED에 발생한 이벤트의 버퍼 저장 유무에 따라, Unbuffered Report와 Buffered Report로 나눈다. 본 논문은 변전자동화 시스템을 구축하는 데 있어서 상위운영시스템과 IED간 서버와 클라이언트의 네트워크 구성을 통해 데이터전송을 하는 방식인 Buffered Report의 성능을 검증하고자 Buffered Report Control Block의 설정과 전송된 리포트의 적합 여부를 판정할 수 있는 시험내용을 설명하고자 한다.

1. 서론

IEC 61850 변전자동화 국제규격이 제정된 이후 전 세계적으로 IEC 61850 기반의 다양한 IED 제품이 양산 중에 있으면 국내에서도 전력IT과제인 디지털기술폰의 변전자동화 시스템 개발을 통해 IED 시작품의 개발이 완성되었다[1]. 변전자동화시스템에 적용되는 IED가 IEC 61850 통신서비스를 지원할 경우 시스템 통합 자는 변전자동화시스템 운용의 상호운용성을 보장하기 위하여 제조사에 IEC 61850 적합성 인증을 요구하게 된다. 적합성 인증 시험은 현재 KEMA라는 국제인증기관에서 UCA IUG(International Users Group)에서 제정한 시험 절차에 따라 인증을 받을 수 있지만 국내에서도 한국전력공사 전력연구원을 통해 KEMA의 국제인증 받을 수 있는 조건을 갖추게 되었다[2-3]. 본 논문은 변전자동화 시스템을 구축하는 데 있어서 상위운영시스템과 IED간 서버와 클라이언트의 네트워크 구성을 통해 데이터전송을 하는 방식인 Buffered Report의 성능을 검증하고자 Buffered Report Control Block의 설정과 전송된 리포트의 적합 여부를 판정할 수 있는 시험내용을 설명하고자 한다.

2. 본론

2.1 IEC 61850 Buffered Report

변전자동화 시스템의 상위시스템의 IEC 61850 통신서비스 가운데 가장 중요한 기능중 하나는 서버인 IED와의 계측 및 상태 데이터 전송을 위한 리포트 기능이다. IEC 61850에서는 서버의 리포트 기능을 클라이언트와 서버 간 연결을 전제로 하며, 저장한 리포트 대한 데이터 보관유무에 따라, Unbuffered Report와 Buffered Report로 나눈다. unbuffered Report인 경우 서버와 클라이언트 간에 연결이 없는 상태에서 발생한 이벤트를 버퍼에 저장하지 못하고, buffered Report는 연결이 없는 상태에서 발생한 이벤트를 버퍼에 저장해두고 재 연결시 저장해둔 이벤트에 대한 리포트를 보내 준다는 점에서 버퍼링 하지 않는 리포팅과 차이를 보인다. 본 논문에서는 변전자동화시스템의 클라이언트가 다양한 조합의 트리거조건과 설정값을 가지고 Buffered Report Control Block (BRCB)을 설정하면 서버는 이를 토대로 리포트를 보내는지 확인하는 검증방법에 대해 다루고자한다. 리포트와 관련하여 IEC 61850-7-2에서 다루는 ACSII(Abtract Communication Service Interface) 서비스는 GetLogicalNodeDirectory, GetBRCBValues, SetURCBValues가 있으며 표1에서 정의된 URCB의 데이터에 대한 설명은 다음과 같다.

- RptID: BRCB가 클라이언트에 리포트를 전송할 때 사용하는 리포트 식별자
- RptEna: BRCB를 통해 리포트 전송 상태 정의
- Datset-Data: 클라이언트로 리포트 되는 DATA-SET의 ObjectReference를 지정

- ConfRev(configuration revision): BRCB가 참조한 DATA-SET의 구성 변경 회수
- OptFlds: BRCB에 의해 전송되는 리포트에 포함될 BRCB 설정 데이터의 옵션 필드
- BufTm: BRCB에 설정된 데이터셋의 이벤트 변화를 즉시 리포트로 전송하지 않고 일정 시간 이벤트를 저장하여 리포트로 전송하는 버퍼링 시간
- SqNum: BRCB에 의해 전송되는 리포트의 시퀀스 번호
- TrgOp: BRCB가 리포트를 전송할 수 있는 트리거 옵션
- IntgPd: 리포트를 주기적으로 발생하기 위한 시간으로 TrgOp에 Integrity가 설정되어 있어야 함
- GI(General Interrogation): BRCB의 general-interrogation 프로세스 시작 요청
- PurgeBuf : BRCB의 버퍼링된 이벤트 리셋
- EntryID: 버퍼링된 보고서의 이벤트 시퀀스에서 엔트리를 식별하는데 사용되는 OCTET STRING 변수
- TimeOfEntry: 엔트리가 버퍼에 추가된 시간

- simulator: BRCB의 클라이언트 서비스 요청 및 시험 검증 장치
- Analyzer: 시뮬레이터와 IED가 주고받는 BRCB 통신패킷을 분석하여 통신에 대한 성능검증 수행

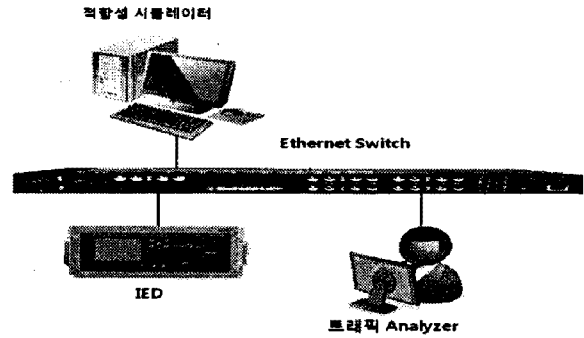


그림 1. IEC 61850 BRCB 통신 시험
fig 1. communication test of IEC 61850 BRCB

본 논문에서 제시하는 변전자동화 버퍼방식의 데이터 전송 통신기능 검증은 표 2와 같다.

표 2. Buffered Report 성능테스트 항목
Table 2.performance Test a item Buffered Report

Test	시험내용
Test 1	GetLogicalNodeDirectory(BRCB) 서비스를 요청하고 응답을 검사한다. 응답받은 모든 BRCB에 대해 GetBRCBValues 서비스를 요청하는 테스트
Test 2	BRCB 옵션 필드를 검증하는 테스트
Test 3	BRCB의 트리거 조건을 검증하는 테스트
Test 4	BRCB의 GI 어트리뷰트를 설정하면 TRUE일 때 Report를 발생시키고 false일 때 Report를 멈추는 테스트
Test 5	속성 버퍼타임을 30000ms로 설정 데이터 값을 변경 마지막 리포트에 대한 시간확인, 0으로 설정된 경우 시간속성이 사용되지 않음을 검증하는 테스트
Test 6	버퍼가 있는 리포팅(BRCB)의 여러 상태의 시험을 통해 검증하는 테스트
Test 7	버퍼가 있는 리포팅(BRCB) 이벤트 버퍼링 클라이언트가 EntryID를 설정하고, BRCB를 활성화 후, BRCB는 지금까지 버퍼에 저장된 이벤트가 포함된 리포트를 전송하기 시작하는지 테스트
Test 8	버퍼타임(20000ms)보내기 전에 integrity Report(15000ms) 가전송되어야 하는 테스트
Test 9	잘못된 파라미터로 GetBRCBValues 서비스를 요청하고 response-응답을 검증하는 테스트
Test 10	트리거 옵션중의 어떤 것도 설정하지 않고 리포팅을 구성하는 테스트
Test 11	TrgOps=integrity로 하고 설정을 0으로 할 경우 리포트가 전송되지 않음을 확인하는 테스트
Test 12	BRCB의 부정확한 구성: 활성화되도록 구성하고, ConfRev 및 SqNum을 구성하며, 선언되지 않은 데이터셋을 구성한다.
Test 13	BRCB를 구성하고 Resv 어트리뷰트를 설정하며 활성화시킨다. 다른 클라이언트가 이BRCB의 어떤 어트리뷰트도 설정할 수 없는지를 검증하는 테스트

표 1 BRCB 정의
Table 1. Definition BRCB

BRCB class				
Attribute name	Attribute type	PC	TrgOp	Value/value range/explanation
BRCBName	ObjectName	-	-	Instance name of an instance of BRCB
BRCBRef	ObjectReference	-	-	Path-name of an instance of BRCB
Specific to report handling				
ResvID	VISIBLE STRING	DR	-	
ResvTime	BOOLEAN	SR	chg	
DataSet	ObjectReference	SR	chg	
ConfRev	INT32U	SR	chg	
OptFlds	PACKED LIST	SR	chg	
sequence-number	BOOLEAN			
report-time-stamp	BOOLEAN			
reason-for-inclusion	BOOLEAN			
data-set-name	BOOLEAN			
data-reference	BOOLEAN			
buffer-overflow	BOOLEAN			
entryID	BOOLEAN			
last-trace-bit	BOOLEAN			
SqNum	INT32U	SR	chg	
SqNum	INT32U	SR	-	
TrgOp	TriggerConditions	SR	chg	
IntgPd	INT32U	SR	chg	G. MAX; 0 implies no integrity report.
GI	BOOLEAN	SR	-	
PurgeBuf	BOOLEAN	SR	-	
EntryID	EntryID	SR	-	
TimeOfEntry	EntryTime	SR	-	
Services				
Report				
GetBRCBValues				
SetBRCBValues				

2.2 시험 시스템 소개

BRCB(Buffered Report Control Block) 통신시험을 위한 시험 시스템은 다음의 컴포넌트들로 구성을 했다. IED의 BRCB에 대한 검사 환경의 구성은 그림 1과 같다.

- IED: BRCB의 성능검증을 받을 대상 장비
- Ethernet switch: 이더넷 구동장비

2.3 시험사례

본 논문에서는 Test 2와 Test 11을 시험사례로 보여 주고자 한다. 본 연구에서 사용한 시험 시뮬레이터는 IEC 61850 국제공인인증기관인 KEMA에서 개발한 UniCA 61850 시뮬레이터이다. IED의 버퍼방식의 데이터 전송기능은 BRCB에 대한 시험시뮬레이터의 스크립트 설정을 통해 시작할 수 있다. 그림2와 같이 IED가 가지고 있는 BRCB 하나를 선택하고 DataSet Reference 값과 IED가 지원하는 BRCB의 속성 값과 트리거 조건을 설정한다.

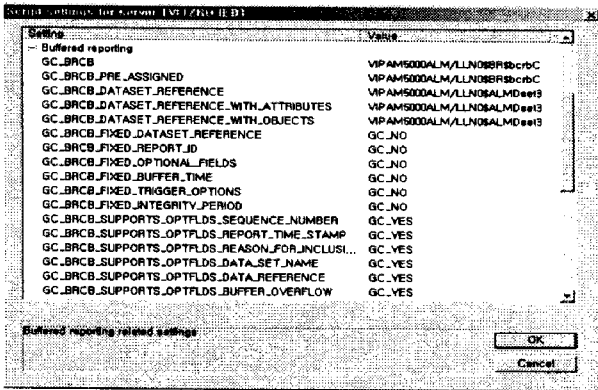


그림 2. 스크립트 설정
fig 2.script apply

Test2 시험은 IED가 BRCB의 옵션필드를 다양한 조합으로 했을 때 설정된 옵션필드를 가지고 리포트를 전송하는 검증하는 것이다.

시험시스템은 클라이언트로 역할하며 SetBRCBValues 서비스를 이용하여 BRCB의 옵션 필드 conf-rev, data-reference, data-set-mane, reason-for-inclusion, report-time-stamp, sequence-number를 조합하여 BRCB를 설정하고 리포트를 GI 트리거를 사용하여 발생시킨 후 리포트에 포함된 필드를 확인한다. 그림3은 BRCB의 옵션필드를 conf-rev로 설정하였을 때 시험대상 IED가 보내온 리포트이다.

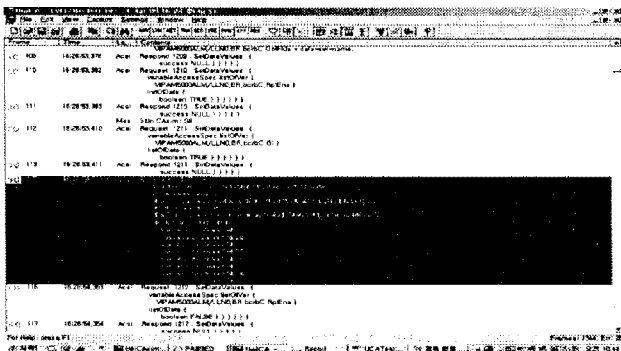


그림 3 Test 2 통신 패킷 분석
fig.3 Analysis of test 2 communication

Test11 트리거 조건을 integrity로 설정하고 IntgPd를 0으로 설정할 때 리포트의 전송 여부를 검사하는 것이다. IEC 61850 규격에서는 BRCB의 트리거 조건이 Integrity일 때 주기간격을 의미하는 IntgPd를 0으로 설정 하면 이는 Integrity 리포트를 사용안함을 의미하기 때문에 이 경우 IED는 주기적으로 리포트를 전송 안해야 한다. 그림 4는 IED URCB의 트리거 조건이 integrity로 설정되어 있지만 리포트가 전송되지 않음을 확인할 수 있다.

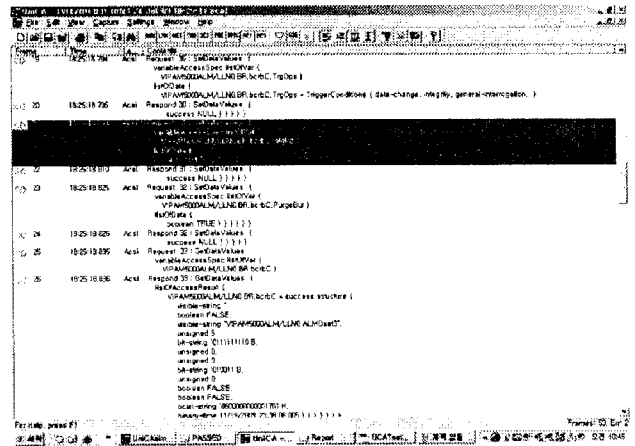


그림 4. Test 11통신 패킷 분석
fig 4. Analysis of test 11 communication

3. 결론

본 논문에서는 변전자동화 버퍼방식의 데이터 전송 통신기능을 검증할 수 있는 방법과 사례에 대해 기술하였다. IED의 리포트 기능은 변전자동화시스템의 클라이언트와 서버가 데이터를 주고받을 수 있는 중요한 기능이기에 때문에 이에 대한 검증과정은 매우 중요하다고 생각된다. 현재 전력연구원에서는 본 연구의 일환으로 국내 IED 시작품에 적용하여 리포트 기능에 대한 통신 적합성 시험을 수행하였으며, 현재 다양한 네트워크 환경 하에서의 IED의 리포트 전송과 최적의 엔지니어링 방안에 대한 연구를 진행 중에 있다.

참고 문헌

- (1) 한국전력공사, "시스템 성능 검증 및 실증시험 1단계 보고서", 지식경제부, 2008
- (2) 장병태외 1인 "국내 IED 시작품대상 IEC 61850 통신서비스 성능 검증에 관한 연구"대한전기학회 전력기술논문회 추계 학술대회논문집, 2008
- (3) IEC 61850표준문서 7-2와 8-1 2003