

태양광 인버터 데이터 처리에 관한 연구

홍성웅*, 김평중**, 김병관***

*주식회사 유시스템

**충북도립대학교 컴퓨터정보과

***부강전기 주식회사

e-mail:leoking@yousys.co.kr

A Study on PV Inverter data processing

Sung-woong Hong*, Phyoung-Jung Kim**, Byeongkwan Kim***

*Ussystem co.,LTD

**Dept of Computer Information, Chungbuk Provincial University

***Bugang Electricity Co., Ltd.

요 약

최근 미국의 enphase사의 상용화를 시작으로 국내에서도 태양광 마이크로 인버터의 개발이 활성화 되고 있다. 이러한 동향은 전기를 분산발전함으로써 고장진단 및 발전성능향상에 크게 기여 할 수 있을 것으로 기대된다. 인버터 용량을 줄여 전력생산을 분산 처리하는 것은 음영으로 인한 발전량 감소, 발전량의 향상을 가져올 수는 있지만 분산 된 처리만큼 데이터의 처리 양을 급격히 증가시킬 수 있다. 본 연구에서는 인버터 제조사 별로 대용량 인버터와 마이크로 인버터사이의 통신프로토콜을 분석하여 패킷의 수를 측정하고 이에 따른 데이터에 대한 상관관계를 분석하였다.

1. 서 론

최근 지구온난화로 인해 신재생에너지에 대한 관심이 높아지면서 태양광발전의 발전방식도 전기를 생산하기 위해 인버터의 크기를 줄여 분산 발전하는 마이크로 인버터의 개발 및 상용화로 변화하고 있다[1].

인버터 용량을 줄여 전력생산을 분산 처리하는 것은 음영으로 인한 발전량 감소, 발전량의 향상을 가져올 수는 있지만 분산 된 처리만큼 데이터의 처리 양을 급격히 증가시킬 수 있다.

현재 개발되고 있거나 개발된 마이크로 인버터는 190W ~ 450W 수준이다. 마이크로 인버터를 사용하게 되면 모니터링 및 발전설비의 성능향상 및 평가를 위한 데이터의 발생량이 증가하게 될 것이다.

최근 국내에서 개발된 제품인 250W를 기준으로 마이크로 인버터를 설치했을 경우 발전단지용 인버터 100kW 기준으로 약 400배, 가정용 3kW 인버터를 기준으로 약 10 배 이상의 통신노드가 증가하게 된다. 따라서 이에 따른 데이터 발생량이 증가하고 이에 따른 데이터의 효율 적인 처리 방법이 필요할 것으로 예상된다.

본 연구에서는 인버터 제조사 별로 대용량 인버터와 마이크로 인버터사이의 통신프로토콜을 분석하여 패킷의 수를 측정하고 이에 따른 데이터에 대한 상관관계를 분석하고자 한다.

2. 관련연구

2.1. 마이크로 인버터

최근에는 태양광 인버터의 프론트엔드(Frontend)를 모듈로 이전하는 방식이 늘고 있으며, 이를 '마이크로 인버터(Micro-Inverter)'라 부른다. 이들 인버터는 매우 안정적인 출력전압을 제공해 설치범위를 확실히 좁힐 수 있어 결과적으로 더 높은 효율을 가능케 한다. 각 모듈의 최대 전력점(MPP)의 지속적인 유지도 가능해 +/- 7%의 높은 오차율을 감안하면 큰 차이를 가져온다[3]. 또한 태양광 발전용 인버터는 부분 음영에 의해 발생하는 효율 저하를 없애기 위해 각 모듈마다 인버터를 설치하는 AC 모듈의 형태로 기술 개발이 진행되고 있다. 각 PV 모듈마다 마이크로 인버터가 설치된다.[4]

태양광 발전용 마이크로 인버터는 PV 모듈에 직접 설치되기 때문에 크기, 무게 등이 중요한 설계 요소다. 따라서 출력 필터 설계 시 전력 품질 뿐만 아니라 필터에 사용되는 수동 소자의 크기 또한 고려해야 한다. 마이크로 인버터용 출력 필터로서 Trap-CL 구조를 분석하고, 필터의 소형화를 고려한 설계 기법을 제안하고 설계된 Trap-CL 필터의 특성을 단상 플라이백 인버터에 적용하여 확인하였으며, 기존 플라이백 인버터에 사용되던 CL 필터와의 비교를 통하여 그 타당성을 검증한 연구를 수행하였다[4].

2.2. 데이터 수집 미들웨어

데이터 수집 미들웨어에 대한 연구는 센서 네트워크 시스템을 중심으로 연구되었다.[1]

센서 네트워크 시스템의 센서 노드들은 싱크 노드와 무선으로 송수신하며 사람이 일일이 접근하기 힘든 방대한 지역의 센서 데이터를 획득 및 전송한다. 하지만 센서 노드들의 중복 센서 데이터의 비효율적인 반복 전송은 전체 시스템의 수명을 짧게 하고, 이때 발생하는 많은 양의 데이터들은 사용할 때 다시 선별해야 하는 번거로움이 있어 네이밍 에이전트의 네임 스페이스의 메타 테이블로부터 제공되는 이주 대상 노드들을 차례로 방문하여, 사용자 조건에 따라 중복 센서 데이터를 제거하고, 용도 및 필요에 따라 센서 데이터를 수집 및 전송함으로써 센서 데이터의 과잉 송수신을 막고 전체 시스템의 수명을 늘릴 수 있는 이동 에이전트 미들웨어를 설계 및 구현하고 실제 환경에서 발생할 수 있는 상황을 고려한 조건 및 제한들을 적용한 이동 에이전트를 이용한 실험을 통하여 중복 센서 데이터의 제거 및 데이터 수집의 효율성을 보이고, 향후 제안된 이동 에이전트 미들웨어에 능동 규칙을 탑재하거나 능동 규칙 시스템과의 연계를 통하여 다양한 능동적 센서 네트워크 응용에의 적용 가능성을 보이기 위한 연구가 수행되었다. 분산센서 네트워크에 대한 연구는 정보 융합 방법론상에서 활발히 진행되고 있다. 기존의 센서 네트워크에서 정보의 융합을 위한 데이터의 수집은 센서 노드가 싱크 노드로 수집된 데이터를 전송함으로써 이루어지며 싱크노드로 수집된 데이터는 어플리케이션에 의해 활용된다. 이때 여러 센서노드가 어플리케이션에 필요한 데이터를 중복적으로 수집할 경우 중복된 데이터를 싱크 노드로 전송하는데 있어 불필요한 에너지를 소모하게 된다. 이는 결국 전체적인 센서 네트워크의 수명을 감소시키는 원인이 된다. 이러한 문제는 어플리케이션에 따라 요구하는 데이터만을 선택적으로 수집함으로써 해결할 수 있다. 이러한 과정을 수행하기 위해 각 센서 노드가 어플리

케이션의 요구사항에 맞도록 데이터 중복성에 대한 처리 과정을 수반해야 한다. 그러나 일반적으로 센서노드는 자원이 한정되어 있기 때문에 다양한 어플리케이션의 요구에 따른 중복성 문제를 해결할 수 있다. 또한 센서 네트워크에서 고려되는 에너지 효율, 네트워크 대역폭 문제를 해결할 수 있으며 시스템 확장성이 용이하다고 평가하였다.[5-6]

2.3. 태양광 데이터 처리

태양광 발전시스템의 연구는 인버터의 MPPT의 성능향상에 초점을 맞춰 연구되었다.[7-8]

태양광발전에서 데이터처리 관점에서 성능개선에 대한 연구도 진행되었다. 태양광발전 시스템의 최적 적용과 효율적인 이용을 위하여 두 곳의 실제 20개월 동안의 일사량 데이터에 청명일사분석법을 이용하여 데이터를 분석하여 분석된 일사량 데이터를 바탕으로 경제성 분석 프로그램 RETScreen을 이용하여 경제성 분석을 실시하여 태양광발전 시스템의 최적 적용과 효율적인 이용에 관한 타당성을 고찰한 연구가 수행되었다.[9]

마이크로 인버터 기반 태양광 발전시스템에서 성능평가 및 향상을 위한 데이터를 효율적으로 보관하기 위해서는 수집데이터 처리방안이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 마이크로 인버터 분산데이터 수집 에이전트 미들웨어 제안하고자 한다.

3. 모니터링 시스템의 구조

3.1. 대용량 인버터의 모니터링 시스템 구조

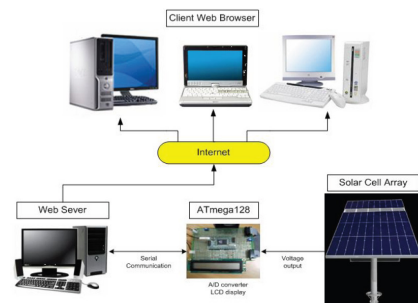


그림 1 지형 대용량 인버터 모니터링 시스템 구조[10]

태양광 발전단지의 원격감시 시스템은 태양광 셀모듈과 태양광 셀 모듈로 부터 발전된 DC를 AC로 전환하는 인버터 그리고 셀 상태정보와 인버터 정보를 서버로 전달하는 통신장치 그리고 서버에서 데이터를 수신하는 수신 장

치와 서버로부터 정보를 서비스 받는 클라이언트로 구성된다.

3.2. 마이크로 인버터 태양광 모니터링 시스템의 구조

최근 미국에서 개발된 시스템을 중심으로 등장하고 있는 마이크로 인버터의 모니터링 시스템은 PLC통신을 통한 데이터 수집방식을 채택하고 있다.

데이터 수집에이전트 DCD는 서비스관리기능, PMA 요구처리, 수집데이터 관리, 외부 DB연계기능, 제어처리 기능, 베이스 스테이션 관리 기능으로 구성된다. 서비스 관리 기능은 장치들과 연계되는 응용 서비스들에 대한 세션 정보를 관리하고 QoS 요구사항을 분석한다. 수집데이터 관리 기능은 분산데이터 수집 에이전트를 포함하여 마이크로인버터로부터 수집되는 데이터를 분석하여 전송 및 저장을 위한 데이터를 식별하는 역할을 수행한다. 제어 처리 기능은 응용 서비스의 질의에 대한 제어 명령을 수행하고, 네트워크 및 센서 노드의 상태에 대하여 동적/정적 메타 정보를 관리한다. 센싱 데이터 관리 컴포넌트는 센서 네트워크로부터 실시간으로 제공되는 센싱 정보에 대한 캐싱 및 로깅 정보를 관리하고 응용서비스에 제공한다. 외부 DB 연계 기능은 상황인식 처리를 위하여 응용서비스에서 제공하는 외부 DB 를 연계하기 위한 역할을 수행한다. 베이스 스테이션 관리 기능은 생체정보측정기와 연계된 센서들이 동시에 연결 가능하도록 각 센서 네트워크의 게이트웨이기능을 수행한다.[1]

4. 실험 및 결과

4.1. 실험 환경

4.1.1. 대용량 인버터 프로토콜 분석

최근 국내에서 설치되고 있는 인버터 제조사 4개 사에 대해 모니터링을 위한 통신프로토콜을 분석하였다.

대용량 인버터를 기준으로 총 4개사에서 모니터링 시스템에 제공하고 있는 데이터 발생량을 1회 기준으로 환산하여 분석하였다. 각 제조사별로 환경 센서로 부터 정보 제공여부에 따라 데이터의 크기가 다르게 나타났고, 평균 122byte 정도로 나타났다.

4.1.2. 마이크로 인버터의 프로토콜 분석 및 데이터 수집

20대의 마이크로 인버터를 설치하여 10월 한 달 동안 E

사 250W 마이크로 인버터를 기준으로 데이터를 수집하였다. 수집된 데이터를 기반으로 인버터의 동작시간을 확인하고 실제 통신횟수를 분석하였다. 이를 토대로 마이크로 인버터와 대용량 인버터간의 데이터 발생량을 비교 분석하였다.

1대의 마이크로 인버터는 태양광 발전을 하기 위해 동작하는 시간은 평균 오전 6:50분경부터 오후 5시 20분경 까지 770개의 패킷이 발생하였다.

마이크로 인버터와 통신하기 위한 통신패킷의 총길이는 33byte로 위의 그림과 같이 모니터링 및 태양광 발전 성능평가에 필요한 요소들로 구성하였다.

4.2. 실험결과

4.2.1. 프로토콜에 따른 제조사별 발생 데이터 분석

각 제조사별로 100kw의 발전설비 구축시 마이크로 인버터를 제외할 경우 100kw 1대 또는 50kw 2대의 인버터로 구축된다.

다음 표는 100kw 태양광 발전단지를 구축하기위해 50kw의 발전설비로 구축 시와 E사의 250w 마이크로 인버터로 구축 시에 대한 데이터 발생량을 비교한 것이다.

1일 데이터 발생량을 계산하기 위해 1분에 1회씩 데이터를 수집하는 것을 기준으로 산출하였다.

A, B, C, D사의 경우 50kw를 기준으로 2대의 인버터로 발전이 가능하고, E사의 경우 400대의 인버터를 연결해야만 100kw의 설비를 할 수가 있으며 이를 데이터양으로 환산하면 <표 1>과 같다.

표 1 1일 데이터 발생량 비교

구분	1회수신데이터의 크기 (Byte)	100kw기준 데이터 발생량(Byte)	1일 데이터 발생량(kB)
A사	141	282	198
B사	116	232	163
C사	44	88	62
D사	186	372	262
E사	33	13,200	9,281

250w의 마이크로인버터를 이용해서 발전설비를 할 경우 50kW 인버터를 활용할 경우에 비해 약 54배의 데이터 증가량을 가져오게 된다.

인버터 용량을 줄여 전력생산을 분산하여 처리하는 것은 발전량의 향상 및 유지보수에 대한 효율성 향상을 가져올 수는 있지만 분산 된 처리만큼 데이터의 처리 양을

급격히 증가시킨다.

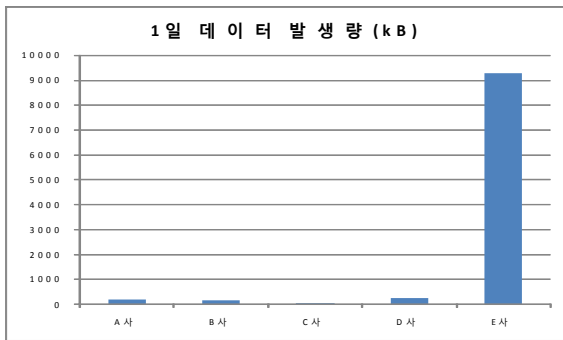


그림 2 1일 데이터 발생량 비교

4.2.2. 마이크로 인버터 발전단지 실험 결과

실험 결과에 따르면 E사 250w 기준으로 1팩킷 당 33byte 데이터 발생하며, 1일 1대당 기준 약 25KB의 데이터 발생한다.

1MW 단지의 경우 250W 마이크로 인버터 4,000대로 구성될 수 있으며 이 경우 매일 96MB의 데이터가 발생하게 되며, 태양광 발전시스템의 경우 15~20년을 수명을 보장하고 있어 20년간 발생하는 데이터의 양을 기준으로 환산하면 약 694GB 에 달한다.

이러한 데이터를 발전단지 기준으로 산정할 경우 1년간 30MW발전단지기준으로 약 19TB의 트래픽이 발생하고 이에 따른 데이터 저장 공간을 필요로 하게 된다.

V. 결 론

최근 미국의 enphase사를 시작으로 국내에서도 태양광 마이크로 인버터의 개발이 활성화 되고 있다. 이러한 동향은 전기를 분산발전함으로써 고장진단 및 발전성능향상에 크게 기여 할 수 있을 것으로 기대된다.

그러나, 성능향상 및 평가를 위한 데이터의 발생량이 증가 현재 대용량 인버터를 사용할 때보다 급격히 늘어날 수 있다.

본 연구에서는 각 인버터 제조사별 데이터 통신용 프로토콜을 분석하고 이에 따른 데이터 발생량을 비교 분석하였다. 결과적으로 마이크로 인버터의 데이터 발생량은 250w 기준으로 인버터 용량의 크기에 따라 차이가 있지만 50kw인버터와 대비했을 때 약 54배정도 크게 나타나고 있는 것으로 보여지며 마이크로 인버터의 성능 향상에 따라 발전단지에 적용 시 효율적인 데이터 관리를 위한 다양한 기법들이 연구 되어야 할 것으로 보여진다.

참 고 문 헌

- [1] 홍성웅, 박찬곤, 마이크로 인버터 분산데이터 수집 미들웨어설계에 관한연구, 청주대학교 산업과학연구 Vol. 30, No. 1, 2012
- [2] <http://www.enecsys.com>
- [3] 정승진, 독일, 태양광 마이크로 인버터가 대세, KOTRA, 2009년
- [4] 노용수, 지용혁, 김준구, 이태원, 원충연, 태양광 발전용 마이크로 인버터의 출력 Trap-CL 필터 설계, 전력전자학회, 전력전자학회대회논문집, 2011.11, 205-206
- [5] 이동 에이전트 미들웨어를 이용한 중복 센서 데이터 제거, 인터넷정보학회논문지, 2011년, pp.27-36
- [6] 분산센서 네트워크에서 모바일 에이전트를 이용한 효율적인 데이터 수집, 2006년도 한국정보과학회 가을 학술발표논문집 Vol.33, No.2(B)
- [7] 안중보, 최홍관, 이종무, 250kW급 태양광발전용 인버터 성능평가설비 구축
- [8] 이경수, 정영석, 소정훈, 유권중, 최재호, 변압기 없는 태양광 PCS에서의 최대전력추종제어기법분석, 전력전자학회 논문집 2004. 7.12~7.17
- [9] 일사량 데이터 분석을 통한 태양광발전 시스템 개발을 위한 경제성 평가 방법, Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers (2011) 25(10) : 38~46
- [10] 김일환, 태양광 발전기의 인터넷 모니터링 시스템 개발, 목포대학교 대학원 석사학위논문, 2006년

본 논문은 2012년도 『산학연공동기술개발사업 - 태양광 가로등 고장처리 자동요청 시스템(APS :Automatic request Processing System of solar street light fault)개발』 사업으로 지원 작성된 논문입니다.