

이동통신망의 SMS 방식을 이용한 주상변압기 무선 진단 기법

Wireless Diagnostic Technique for Pole Transformer Using SMS of Mobile
Telecommunication Network

김진철, 이항범 · 송실대학교 전기공학과
Jin-cheol Kim, Hyang-beom Lee · Dept. of Electrical Eng., Soongsil University

Abstract

This paper suggests a wireless diagnostic technique using SMS (Short Message Service) of mobile telecommunication network for pole transformer. The temperature and current of pole transformer are acquired and the average and standard deviation are transmitted using SMS of mobile telecommunication network when transformer is overloaded. The algorithm and protocol is design to fit the wireless diagnostic technique. By using the wireless method, the weak point of accessibility can overcome. It is possible to manage, control, and monitor many transformers with just one server.

요약

본 논문에서는 이동통신망의 SMS 방식을 이용하여 소용량 변전기기인 주상 변압기의 상태를 진단함으로써 발생 가능한 변압기의 사고를 사전에 방지할 수 있는 시스템에 관하여 연

구하였다. 변압기의 전류와 온도를 취득하여, 과부하 상태의 값들을 평균과 표준편차로 정리하여 보내는 방식의 무선진단에 적합한 알고리즘 및 프로토콜을 설계하였다. 이동통신망의 SMS방식을 이용하여 유선의 단점인 설치장소에 대한 장애를 없앴다. 또한, 1대의 서버로 많은 수의 변압기를 관리, 제어, 모니터링이 가능하도록 하였다.

Keywords : SMS, mobile telecommunication network, pole-transformer, wireless diagnostic, temperature, current, standard deviation

I. 서론

전기에너지는 다른 에너지와 달리 전선을 이용하여 전달이 가능한 에너지로, 전선이 갈 수 있는 곳이면 어디든지 에너지의 전달이 가능하다. 대부분의 산업설비들이 전기를 사용하기 때문에, 전력계통설비는 모든 산업의 근간이다. 또한 급속한 산업 발달로 인하여 많은 전기에너지가 필요하게 되고, 따라서 전력계통설비는 더욱 더 커지고 있다. 이에 따라 이들의 안전

성 및 신뢰성에 대한 요구는 점점 더 증대되어 가고 있다. 이러한 전력계통설비중의 하나인 주상변압기는 전국에 100만 여대가 훨씬 넘는 수로 증가하고 있다. 주상변압기가 어떠한 요인으로 인하여 비정상적인 동작을 할 경우 수용가나 회사 등에 정전으로 인한 경제적 피해, 인적 피해까지 줄 수 있게 된다. 특히 정보화 산업이 급속도로 발전하고 있는 이 시대에 정전은 많은 정보의 손실을 가져 올 수 있다. 이렇게 1대의 기기 고장이 정보화 사회에 미치는 영향은 매우 크므로 안전성 및 신뢰성의 확보가 매우 중요하다고 하겠다. 현재 연구개발중인 진단기술은 많이 있지만 대부분 대용량 변전기기의 진단에 맞추어져 있으며 소용량 변전기기에 대한 진단기술은 미비한 상태이다. 이에 우리나라를 비롯한 선진 각국에 있어서 향후의 중요과제는 정보화 시대에 부응하는 효과적인 진단 기술 방법의 개발이라 하겠다.

본 논문에서는 소용량 변전기기인 주상 변압기의 상태를 진단하기 위하여 이동통신망의 SMS방식을 적용함으로써 발생 가능한 변압기의 사고를 사전에 방지할 수 있는 시스템을 개발한다. 주상변압기의 절연유 온도와 부하전류의 가변실험을 통하여 데이터를 취득한다. 센서의 자료 취득부에서는 SMS 문자서비스를 이용하여 표준편차값을 취득함으로써 자료 전달의 최적화가 되도록 한다. SMS방식을 사용하는 이유는 변압기의 상시 모니터링에 목적을 둔 것이 아니다. 변압기가 이상동작시 SMS 문자 서비스로 이를 알려줌으로써 사고를 방지할 수 있는데 목적을 두고 있다. 물론 변압기가 기후, 기상 및 노후 등의 이유로 인하여 이상 동작을 일으킬 수도 있는 악조건에 있다고 판단되면 상시 모니터링을 할 수 있도록 설정 할 수 있다. 이러한 진단기법의 장점은 많은 데이

터가 아닌 표준편차값만으로 변압기의 과부하 여부를 알 수 있다는 것이다. 또한 기존의 R/F 통신방식과는 달리 서버 1대에서 많은 수의 변압기를 관리, 제어, 모니터링이 가능하다. 즉, 설치시 넓은 지역의 변압기에서 측정된 데이터를 무선으로 한곳에서 취득함으로써 운전중인 주상변압기의 상태에 관한 진단을 최소한의 설비로 손쉽게 해결 할 수 있게 된다. 또한 암호화되어 있는 메시지로 사용자가 자신의 핸드폰으로 언제 어디서든 원하는 변압기의 상태를 문자메시지를 통하여 확인할 수 있으므로 정보화 시대에 부응하는 최적의 진단방법이라 할 수 있다.

II. 본론

1. 무선 진단을 위한 통신 방식

무선진단을 위한 통신 방식에는 R/F방식과 이동통신망을 이용한 방식이 있다.

먼저 기존에 많은 연구대상이었던 R/F방식을 살펴본다. 이 통신방식은 다른 통신 중계국이 필요없고 일정 지역 다수의 통신을 할 수 있다. 장점은 설치가 간단하며 유지 비용이 적다는 것이다. 하지만 아날로그 방식으로 노이즈를 발생시킨다. 또한 최대 송신 출력이 10[mW]로 제한되어 있어 실내에서는 30[m] 이내, 실외에서는 120[m]의 거리이내에서만 데이터 전송이 가능하다. 즉, 장거리 전송이 불가능하다는 단점을 가지고 있다. 그러므로 변압기가 이상동작시 감시자가 통신가능거리 내에 있지 않다고 하면 사고를 사전에 방지하기는 힘들다. 또한 상시 감시가 어렵고 많은 인력과 시간을 필요로 하는 등의 한계점

을 가지고 있다.

<표 1> 무선 진단을 위한 통신방식

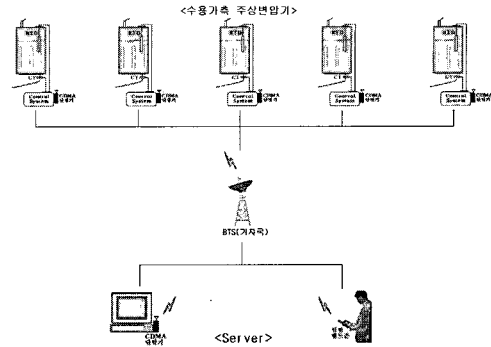
<Table 1> Communication method for wireless diagnosis

	장점	단점
R/F 방식	<ul style="list-style-type: none"> 한계국 불필요 인접 지역 다수 통신 가능 신치 간단 비용 저렴 	<ul style="list-style-type: none"> 아날로그 방식으로 노이즈 발생 통신거리제한(실내 30M, 실외 120M) 무선 진단에 적용시 인력소모 큼
이동통신망 방식	<ul style="list-style-type: none"> 기지국을 통한 장거리 전송 가능 넓은 지역 다수 통신 가능 신치 간단 노이즈의 영향을 받지 않음 무선 진단에 적용시 인력소모 적음 	R/F방식에 비해 비교적 고가

두 번째로 이동통신망을 이용한 방식을 살펴 본다. 이 통신방식은 기지국을 통하여 넓은 지역 다수의 통신을 할 수 있다. 장점은 설치간단하며 R/F 통신과는 달리 기지국을 통하므로 장거리 통신이 가능하다. 즉, 설치시 한곳에서 넓은 지역의 변압기를 관리, 제어, 감시가능하게 된다. 그러므로 무선 진단 시스템에 적용시 R/F 방식에 비해 인력소모가 적으며 효율적인 진단이 가능하게 된다. 또한 보안 문제나 노이즈 문제에 영향을 거의 받지 않는다. 단점은 패킷단위의 전송으로 통신비용이 비교적 고가이다.

2. 이동 통신망의 SMS 방식

SMS란 이동전화 시스템을 이용해 간단한 문자메시지를 전송할 수 있는 무선데이터 통신 서비스의 일종이다. 이동전화 액정화면에 80 byte외의 문자를 휴대전화로 전송하는 SMS서비스는 개인간의 메시지 외에도 휴대전화 사용자가 급격히 늘어나 기업용 서비스가 도입되면서 발생건수가 폭발적으로 늘어나고 있다.



[그림 1] 무선진단시스템의 전체 계통도
[Fig. 1] Network diagram of wireless diagnostic system

본 논문에서 선정한 SMS방식은 [그림 1]에서 보듯이 이동통신망의 CDMA 단말기를 이용한다. 이 통신방식은 데이터 송수신시 기지국을 통하므로 광범위한 지역의 변압기 데이터를 한 곳에서 이동없이 자유롭게 받아들일 수 있다. 그리고 데이터 보안의 문제나 노이즈 문제등의 영향을 거의 받지 않는다는 장점을 가지고 있다. 또한 R/F방식처럼 설치도 용이하다. 단점은 패킷당 전송료가 고가이므로 많은 데이터를 받기에는 물의가 있다는 것이다. 이에 상시 감시보다는 이상 동작시나 요청시에 데이터를 받을 수 있도록 하는데 중점을 두었다. 상시 감시체제가 아니라고 하여도 변압기의 사고를 사전 차단 할 수가 있기 때문에 상시 감시만큼의 효과를 충분히 낼 수가 있다. 그리고 감시자가 지방 출타 중이거나 모니터 앞에 있지 않아도 자신이 맡은 감시 구역의 변압기 상태를 알아보기 위해 언제 어디서든 자신의 핸드폰으로 데이터를 요청하여 받아 볼 수 있다.

본 연구에서는 산업용 CDMA 단말기인 그로텔텔레콤사의 YM-4010K를 사용하였다. 사용된 CDMA 단말기의 SMS command set에

의한 명령어 사용방법은 다음과 같다.

at*skt* 명령어 (예 : at*skt*ping)

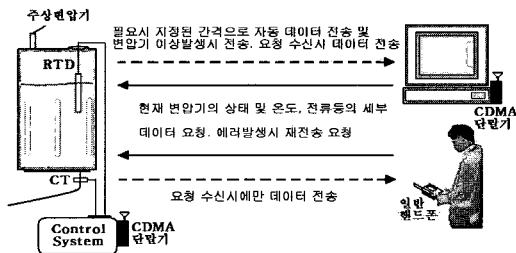
<표 2> SMS 명령어 모음

<Table 2> Command set of SMS

SMS MO	1	답문 발신	명령 : MOREQ <발신메시지번호>,<확실편호>,<의심번호>,<CT>,<데이터> (예 a*skt*moreq 3,01190024088,자기번호(생략가능),4054,공주) moreq 다음에 할한 띄어주시길 바랍니다. (T1 값 : 4097 : ? 4098 : short message 4099 : voice mail message 6534 : 긴급 메시지)
			응답 : MOREQ <발신메시지번호> MO 후 응답 : MOACK <발신메시지번호>, N(성공실패) 재전송 명령 : REMO <발신메시지번호>
SMS MT	1	수신된 단문 개수 확인	명령 : MTONT? 응답 : MTONT <수신 단문 개수>,<읽지 않은 단문 개수>
	2	수신된 단문 읽기 (수신 메시지 번호)	명령 : READMT<수신 메시지 번호> 응답 : READMT <수신메시지번호>,<수신시간>,<확실편호>,<데이터>

SMS 명령어로는 단문발신 및 수신된 단문 읽기로 크게 나눌 수 있다. 단문 발신시에 단문 메시지, 음성 메시지, 긴급 메시지로 구분하여 발신이 가능하며 단문 수신시에는 수신된 단문개수와 읽지 않은 단문개수로서 수신확인이 가능하다. 명령어는 대체로 간단하게 되어 있으며 이를 토대로 프로토콜을 설계하였다.

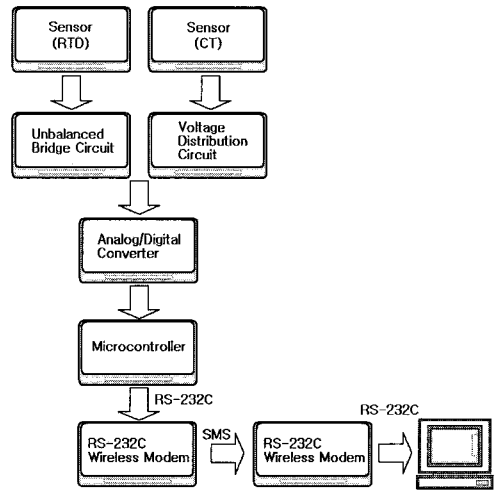
[그림 2]는 이동통신망의 SMS방식을 이용한 변압기 무선 진단 시스템의 전체적인 구성을 개략적으로 보여주고 있다. 이 시스템은 크게 무선 진단 제어부와 프로토콜 설계부, 모니터링부로 나눌 수 있으며, 세부적으로 설계된 프로토콜로 상호 교환적으로 작동하고 있다.



[그림 2] 무선 진단 시스템의 전체적 구성
[Fig. 2] Whole composition of wireless diagnostic system

3. 무선 진단 제어 시스템

실제 수용가의 변압기에 설치할 온도센서 (RTD) 및 CT를 30[kVA] 실험용 변압기에 설치하였다. [그림 3]은 무선 진단 제어부의 전체 구성도를 개략적으로 보여주고 있다.

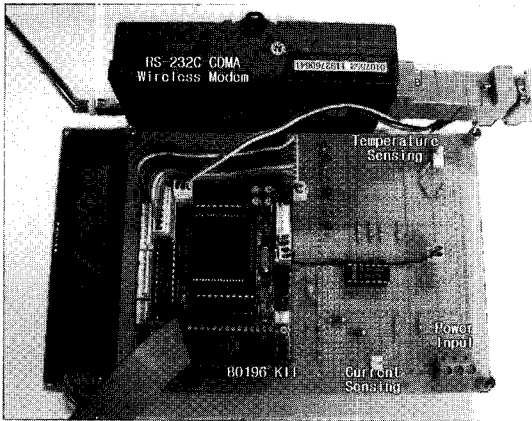


[그림 3] 무선 진단 제어부의 구성
[Fig. 3] Composition of control department for wireless diagnosis

[그림 4]는 무선 진단을 위해 직접 제작한 KIT를 보여주고 있다. RTD를 변압기 내 절연유 온도 측정용으로 장치하였고 2차측에 전류비 50/5의 CT를 장치하여 전류를 측정하였다. 온도센서 RTD는 PT100[Ω]을 사용하였으며, 브리지 회로를 제작하여 저항의 변화에 따른 (즉, 온도에 따른 저항변화) 출력전압을 A/D Converter를 통하여 80196 마이크로 컨트롤러로 입력되도록 하였다.

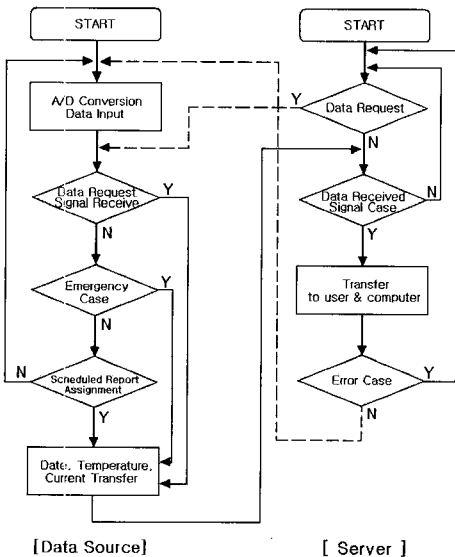
또한 전류비에 따라 출력되는 CT의 출력값을 전압분배회로를 제작하여 역시 디지털값으로 변환하여 컨트롤러로 입력되도록 하였다. 컨트롤러는 RS-232C 직렬통신 방식으로 무선

모뎀과 연결되어 실험실과 떨어져 있는 연구실에서 다른 무선모뎀을 통하여 데이터를 수신받아 컴퓨터로 모니터링 할 수 있도록 시스템을 구축하였다.



[그림 4] 무선 진단 제어기
[Fig. 4] Controller for wireless diagnosis

여주고 있다. 실험용 변압기를 통해 받은 데이터를 요청시와 긴급상황 발생시 단문메시지로 수신부에 전송할 수 있도록 하였다. 요청시 데이터 전송하는 부분은 수신부측의 컴퓨터와 그리고 다른곳의 감시자가 직접적으로 요청할 수 있는 상황까지 고려하였다. 실험용 변압기를 통해 받은 데이터는 요청시와 변압기 이상상황 발생시 단문메시지로 수신부에 전송할 수 있도록 하였다. 여기서 이상상황이란 실험용 변압기 사양에 기준하여 2차측 전류와 절연유온도가 그 이상시 출력을 내었을때 상황을 말한다. 요청시 데이터 전송하는 부분은 수신부측의 컴퓨터와 그리고 다른곳의 감시자가 직접적으로 요청할 수 있는 상황까지 고려하였다. 그리고 노후된 변압기등에 있어서는 상시 감시가 필요할 수도 있기 때문에 스케줄지정시 일정간격을 가지고 자동으로 데이터를 전송할 수 있도록 하였다.



[그림 5] 무선 진단 알고리즘
[Fig. 5] Algorithm for wireless diagnosis

[그림 5]는 무선 진단을 위한 알고리즘을 보

4. 무선 진단 프로토콜

4.1 변압기의 수명과 과부하와의 관계

변압기를 진단 하는데 있어서 가장 중요한 것은 변압기가 어떠한 상태일 때 위험한가를 판단하는 것이다. 위험정도의 판단기준은 변압기의 수명을 판단하는 것이다. 변압기의 수명은 운전을 개시한 후에 파괴 위험도가 매우 높아지는 시점까지의 기간을 말한다. 이러한 변압기의 수명에 가장 영향을 미치는 것은 절연물의 온도이다. 이렇게 절연물의 온도는 변압기의 수명과 깊은 관계가 있지만, 이를 예지한다는 것은 쉽지 않다. 그러므로 변압기의 수명을 알기위해서는 변압기의 절연유 온도 상승한도를 정확히 알고 있어야 한다.

절연물의 온도와 수명의 관계 근사식은 다음과 같다.

$$Y = ae^{-bt} \quad (1)$$

Y: 절연물의 수명, a: 상수, b: 0.1155,
t: 절연물 온도

수식에 따르면 변압기의 수명은 절연물의 온도가 6°C 상승할 때마다 반감된다. 이를 수명 반감 법칙 이라고 한다. 변압기를 정격 부하에서 사용했을때에 수명은 30년 정도를 기대할 수 있다. 그러나 어떠한 요인으로 인하여 과부하가 걸리게 되면 권선이나 절연물의 온도가 상승하여 그만큼 변압기의 수명은 감소하고, 사고의 위험까지도 지니게 된다. 이러한 위험성을 지니게 되는 권선 및 오일의 온도 상승은 대부분이 부하전류의 값에 의하여 결정된다. 부하전류의 값은 정격전류의 1.5배 이하로 제한되어야 하고, 권선 최고점 온도는 150°C 이하로 제한하여야 하며, 최고 오일 온도는 100°C 이하로 제한하여야 한다. 본 연구에서는 실부하 실험이 아닌 모의 진단 실험을 위해 K.S 및 JIS 의 온도계법을 참고로 변압기 최상부 유온 상승은 50°C로 정하였고, 실험용 변압기의 정격에 따라 한계치 전류는 정격인 130A로 정하였다.

4.2 프로토콜 설계

변압기의 수명과 과부하와의 관계를 기초로 하여 프로토콜을 설계하였다. 한 곳에서 감시자가 여러 대의 변압기 데이터를 수신할 때에 발생할 수 있는 통신상의 여러 문제나, 지정되지 않은 번호로부터 문자가 수신될 시, SMS가

최대로 수용할 수 있는 80Byte가 넘는 문자가 수신될 시 등의 여러 가지 상황을 고려해야 하기 때문에 전체적으로 명확한 규약을 지어놓지 않으면 진단시스템을 제대로 구성할 수 없게 된다. 따라서 프로토콜의 전체적 설계는 매우 중요하다고 할 수 있다.

<표 3>은 무선 진단 시스템의 프로토콜을 전체적으로 보여주고 있다. 이 표에서 송신측과 수신측의 데이터 프레임 구성을 볼 수 있는데 아랫부분이 감시자가 있는 수신측 명령 프레임이다. 시작시 그에 관한 규약번호가 설정되어 있고 송수신측 모두 동작을 한다.

<표 3> 프로토콜 설계

<Table 3> Design of protocol

발신부 응답 Type		종료 Type	
00	건조 데이터	00	전류 상한치 초과시
		01	온도 상한치 초과시
		02	전류 및 온도 동시 초과시
01	전류 긴급상황 종료시	00	전류 평균값
		01	전류 표준편차값
02	온도 긴급상황 종료시	00	온도 평균값
		01	온도 표준편차값
03	전류, 온도 긴급상황 동시종료시	00	전류, 온도 평균값
		01	전류, 온도 표준편차값
04	변압기 권원 이상	00	변압기 진원 OFF시
		01	Reset 발생시
05	발신요청시	00	현재 전류 및 온도값
		01	일일 한번의 전류 및 온도값
06	정기 데이터 요청시	00	일일 한번의 전류 및 온도값

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
START	변압기명	응답ID	응답Type	전류값	온도값	년	월																						
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56				
시, 분, 초			변압기 진원번호													CHECK SUM			END										

수신부 응답 Type		종료 Type	
07	발신 요청	00	현재 온도 및 전류데이터
		01	현재 RTD 및 CT의 상태
		02	제진동 데이터
08	정기 데이터 요청	00	정기적인 전류 및 온도값

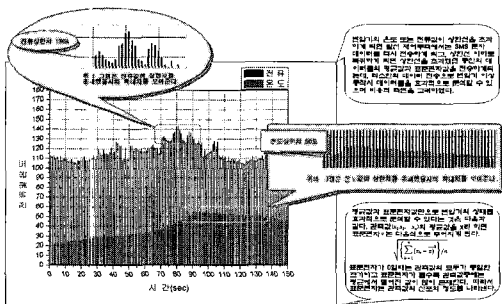
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
START	변압기명	응답 Type	변압기 진원번호																												
			CHECK SUM													END															

전체 프로토콜 설계부중 요청 및 그에 따른 응답부 설계부분은 발신부측과 수신부측으로 나누어 설계를 하였다. 요청부에서 지정해준 각 명령에 대한 번호에 따라 송수신측이 규약되어 있다. 요청시 어드레스 번호를 지정해준다면 응답 Type을 통해 각 작은 송수신을 수행하게 된다. 모든 규약은 외부 신호의 접근을 차단하기 위하여 보안 부분에 중점을 두고 설계를 하였다. 수신측은 56bytes로 맞추어져 있

고, 발신측은 32bytes로 맞추어 설계되어 있어서 byte가 넘거나 부족할 시 오류데이터로 간주한다. 프로토콜 설계에서 가장 중요시 했던 부분은 변압기의 이상 발생시 먼저 서버측에 알려주고 이상 종료시 온도 및 전류의 평균값과 표준편차값을 알려주는 것이다. 이로써 많은 데이터량을 최소화시켜 전송할 수 있도록 하였다.

5. 모의 진단 실험 및 데이터 분석

[그림 6]은 150초 동안의 급격한 부하변동을 나타내고 있는 전류값, 온도값에 대한 데이터 분석 그래프를 보여주고 있다. 2003년 5~6월 동안에 서울지역의 주상변압기 데이터를 모아 놓은 전력연구원의 자료를 토대로 긴급상황에서 온도, 전류 데이터를 실제데이터와 거의 흡사하게 구현하여 실험을 하였다. 발생가능한 상황을 고려하여야만 실제 현장에서 실용적으로 쓰일 수 있는 프로토콜이 설계될 수 있기 때문에 데이터 분석은 아주 중요하다고 할 수 있겠다.



[그림 6] 150초 동안 급격한 변동을 가지는 온도, 전류값
 [Fig. 6] For 150 seconds, temperature, current value that have sudden fluctuation

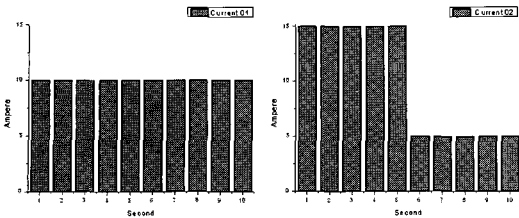
평균값은 이상시 초기값과 비교하여 데이터

가 이상치를 초과한 정도를 알 수 있고, 표준편차값은 데이터의 산포도를 나타냄으로서 과부하시 데이터의 불규칙정도를 알 수 있게된다. 데이터의 산포도를 통하여 변압기의 수명 반감 정도 예측이 가능하며 변압기의 상태를 효과적으로 분석가능하다. 변압기의 온도 또는 전류값이 상한선을 초과하게 되면 발신 제어부측에서는 SMS방식으로 문자데이터를 즉시 전송하게 된다. 그리고 상한선 이하로 복구하게 되면 데이터들의 평균값과 표준편차값을 전송하게 된다. 이러한 진단기법은 최소한의 데이터 전송으로 변압기 이상동작시 데이터들을 효과적으로 분석할 수 있으며 비용적 측면을 최소화할 수 있다.

평균값과 표준편차값만으로 변압기의 상태를 효과적으로 분석할 수 있다는 것은 다음과 같다. 관측값 (x_1, x_2, \dots, x_n) 의 평균값을 x 라고 하면 표준편차 σ 는 다음 식으로 주어지게 된다.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (x_k - x)^2}{n}} \quad (2)$$

표준편차가 0일 때에는 관측값들이 평균값에서 거의 떨어져 있지 않으므로 균일한 산포도를 보이는 것이다. 그리고 표준편차가 클수록 관측값 중에는 평균에서 떨어진 값들이 많이 존재하는 것이다. 이렇게 표준편차는 관측값의 산포의 정도를 나타낸다. 따라서 표준편차를 분석함으로써 현재 부하상태의 변동을 알 수 있다. 또한 전류값에 있어서는 각각의 유형이 같은 평균값을 가지고 있다고 하여도 표준편차값이 다를 경우 변압기의 발열량을 알 수가 있다.



[그림 7] 10초동안 과부하 전류데이터 유형 2가지
 [Fig. 7] For ten minutes, two kinds of overload current data type

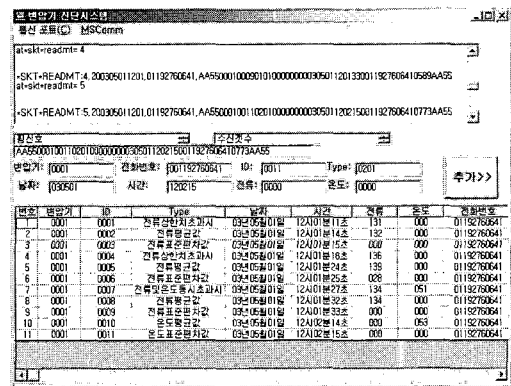
<표 4> 2가지 과부하 전류데이터의 비교
 <Table 4> Two kinds of overload current data for comparison

	Current 01 Data	Current 02 Data
평균값	10 [A]	10 [A]
표준편차값	0 [A]	5 [A]
발열량 ($\int i^2 R dt$)	1000 [W · S] (저항 1Ω으로 가정)	1225 [W · S] (저항 1Ω으로 가정)

[그림 7]은 과부하시 두가지 유형의 전류 데이터를 그림으로 보여주고 있다. 이 두가지 유형이 어떤 차이가 있는 것인지에 대해 <표 4>에서 비교를 해 놓았다. 두가지 과부하시 전류의 유형을 보면 평균값은 동일하나, 표준편차값은 틀리다는 것을 알 수 있다. 이러한 표준편차값에 비례하여 두 번째 데이터가 발열양도 많다는 것을 알 수 있다. 즉, 표준편차값의 전송만으로도 변압기의 과부하 상태의 판별이 가능하다는 것을 알 수가 있다.

이러한 변압기의 상태 데이터들을 Display 하기 위해 본 시스템은 PC를 통하여 변압기의 모든 입출력의 제어가 가능하도록 Visual Basic을 이용하여 설계하였다. 모뎀과 연결시 통신 포트 개방 창이 나타나게 되고 통신속도

는 115,200[bps]로 설정하게 된다. [그림 8]은 무선 진단 모니터링부의 주화면을 보여주고 있다. 처음에 프로그램을 시작하면 이 창이 열리게 되고 통신포트를 설정하면 연결되게 된다. 이 실험은 [그림 6]의 150초 동안의 급격한 부하변동을 그리고 있는 데이터에 대하여 실험을 실시한 것이다.



[그림 8] 무선 진단 주 화면
 [Fig. 8] Main window of wireless diagnosis

[그림 8]의 상단부 명령은 수신측의 많은 명령어들이 규약 지어져 있다. 현재는 발신데이터를 요청한 상태이며 규약 되어진 명령에 따라 모뎀을 제어하여 변압기측에 요청을 하게된다. 만일 수신이 되면 변압기란에 수신되어진 규약이 뜨게 된다. 수신 Data창은 이제까지 요청하여 받은 데이터들을 날짜 및 시간별로 정렬하게 설정해 놓은 상태이다. 현재는 5월 1일에 요청하여 수신된 데이터를 시간별로 정렬해 준 데이터를 보여주고 있다. 변압기 이상 발생시 수신된 데이터를 한눈에 확인이 용이하다. 또한 프로토콜 설계시 CheckSum 부분을 중점적으로 설계함으로써 데이터 전송 에러율을 최소화 하였다.

전송하게 된다. 이때의 변압기의 상황을 그래프창을 통하여 한눈에 알아보기 쉽도록 하였다. 그래프에서 보면 알 수 있듯이 평균값과 표준편차값이 클수록 변압기의 상태는 불안정하게 된다. 변압기의 이상 발생상황에 대한 70여 개의 데이터들을 단 11건의 문자 메시지로 간단하게 표현함으로써 SMS방식의 단점인 한정된 데이터 전송문제와 비용적인 문제들을 해결할 수가 있었다.

III. 결 론

본 연구에서는 변전기기 자동화를 위한 무선통신 진단 기술개발에 대하여 연구하였다. 소형 변전기기인 주상변압기 진단을 위한 시스템을 개발하였다. 기존의 많은 변압기에 대하여 유선으로 진단장치를 설치하는 것은 시간 및 경제적으로 타당성이 떨어지기 때문에 본 연구에서는 무선방식을 이용한 진단시스템을 개발하였다.

기존의 많은 연구대상이었던 R/F방식과는 달리 상용이동통신망의 SMS(Short Message Service, 단문서비스)를 적용함으로써 이동통신이 가능한 곳이면 어디에서나 가능한, 즉 광범위한 지역의 변압기를 관리 할 수 있게 되었다. 주상변압기의 경우 중요도가 변전소와는 달라 항상 감시할 필요가 없기 때문에 이동통신망의 SMS방식을 이용하더라도 충분한 자료를 보낼 수 있다. 본 연구에서는 초점을 상시 감시가 아닌 이상발생시 감시 및 자료요청시 자료전달에 초점을 두었다. 또한 변압기 온도, 전류의 표준편차값을 전송함으로써 최소한의 자료를 전송하여 이상상태의 파악이 충분하도록 알고리즘을 개선하였다. 적절한 자료를 전송함으로써 최소한의 데이터로 최적의 진단을 할 수 있도록 하였다.

변압기의 진단 시스템 개발에 있어서 변압기의 부분 감시 및 상시 감시를 통한 사고 방지를 이동통신망의 SMS방식을 이용함으로써 간편화시켰으며 최소한의 설비로 최대의 효과를 가져올 수 있도록 안전성 및 신뢰성 부분에 중점을 두었다. 또한 정보화 시대에 부응할 수 있는 무선 진단방법을 제시함으로써 향후의 중요과제인 변압기 진단 시스템의 무선 자동화에 적용될 수 있도록 하였다.

본 연구결과는 주상변압기와 같은 소형변전기기 외에도 비슷한 형태의 기기에 대하여 적용 가능하다. 따라서 상용이동통신망에 의하여 이동통신이 가능한 곳이면 어디에서든 기기의 원격 무선진단부분에 본 연구의 결과를 활용할 수 있다.

■참고 문헌

- [1] Y. H. Yoon, J. C. Kim and D. H. Choi, "Development of A Deterioration Diagnosis Device For Pole Transformer Using Signal Processing And Wireless Communication", IEEE Power Engineering Society Summer Meeting, Vol. 2, pp.1147-1152, 2000.
- [2] J. E. Wieselthier, A. Ephremides and Julie Ann, "A Distributed Reservation-Based CDMA Protocol that does not Require Feedback Information", IEEE Transaction Communications, Vol.36, No.8, pp.913-923, August 1988.
- [3] Akio Matsui and Isamu Takahashi, TORANSU KATSUYOU MANYUARU, Ohmsha, 1995
- [4] 한전전력연구원, "Development of the Preventive Diagnostic System for the

765kV Substation Equipments", 2차년도
중간보고서, 2000.

- [5] 한국전기연구소, "99 변압기 실무기술",
1999년 제7회 기술교육 교재, 1999.
- [6] 김옥, 무선통신망을 이용한 배전용 변압기
부하관리기 개발에 관한연구, 송실대학교
공학석사학위논문, 1999.
- [7] 민경래, R/F 통신과 최상부 유온을 이용한
배전용 변압기 진단기법에 관한 연구, 송실
대학교 공학석사학위논문, 1999.

[8] <http://telecom.growell.co.kr/index.php>

감사의 글

본 연구(과제번호 : R-2002-B-058)는 한국
전력공사의 지원에 의하여 기초전력공학공동연
구소 주관으로 수행되었음.

저자 소개



김진철

1976년 10월 3일생
2003년 송실대학교 공과대학
전기공학과 졸업(공학사)
2003년~현재 송실대학교 대학
전기공학과 석사과정



이항범

1989년 서울대학교 공과대학 전기
공학과 졸업(공학사)
1991년 동 대학원 전기공학과
졸업(공학석사)
1995년 동 대학원 전기공학과
졸업(공학박사)
1995년~1996년 기초전력공학 공동연구소 전임연구원
1996년~1998년 군산대학교 공과대학 전기공학과
전임강사
1998년~현재 송실대학교 공과대학 전기제어시스템공
학부 부교수