

집중 감시제어 설비의 신뢰성에 관한 연구

이상복(서경대학교 산업공학과)

박영택(성균관대학교 시스템경영공학부)

장병태, 장문섭(한국전력공사 전력연구원)

초 록

현재 변전소의 감시 및 제어 설비로 활용되고 있는 집중감시제어반은 24시간 상시 운전상태로 운영되기 때문에 컴퓨터의 CPU 및 메인보드, 하드디스크 등의 노후화로 인해 개개의 특성 및 기능이 저하되고 있다. 도입된 지 10년 가까이 지난 집중감시제어반에 대한 효율적 교체가 불가피하게 되었다. 이에 대한 최적 교체주기에 대한 합리적인 결정을 하기 위해서 신뢰분포함수와 평균사용일수(MTTF)를 구하였다.

1. 서론

현재 변전소의 감시 및 제어 설비로 활용되고 있는 집중감시제어반은 24시간 상시 운전상태로 운영되기 때문에 CPU 및 메인보드, 하드디스크 등의 노후화로 인해 개개의 특성 및 기능이 저하되고 있으며, 계속되는 시스템의 부담 등으로 인하여 신뢰도에 문제가 발생되고 있으며, 따라서 집중감시제어반에 대한 효율적 교체가 불가피하게 되었다.

하지만 이에 대한 교체가 설치 장소별로 상이하게 실시되고 있을 뿐 아니라 최적 교체주기에 대한 위치별 의견도 작게는 4년에서부터 길게는 10년까지 매우 다양한 실정이다. 최적 교체시기의 합리적인 결정 없이 위치별로 상이하게 교체할 경우 최적 교체시기를 놓치게 됨에 따라 보전비용이 증가하고 운전 신뢰도가 저하되는 결과가 초래되므로, 집중감시제어반에 대한 합리적인 최적 교체주기의 설정에 관한 연구가 필요한 실정이다.

본 논문에선 변전소 감시제어설비 합리적인 교체주기 수립을 위하여 집중감시제어설비의 고장 분포함수를 구하고자 한다.

2. 시스템 고장 분포 해석

현재 보유하고 있는 고장 데이터에서 시스템 고장으로 분류된 자료와 집중감시제어반 설치 데이터로 시스템 고장과 관련된 정보는 다음과 같다. 시스템은 본체(메인보드 및 하드 포함)를 의미한다. 고장 함수를 찾기 위하여 아래와 같이 사용 날자를 계산하였다. 시간의 기본 단위는 날자(1

일)로 하였다. 아래 데이터는 실제 데이터에서 조금 가공하였다.

[표 1] 시스템 수리 데이터

위치	고장명	고장일자	설치일자	사용날자
A	다운, 재부팅안됨	1999-05-17	1998-12-21	147
B	본체교체	2001-12-27	1995-09-01	2309
C	재부팅 및 전원이 안들어옴	2002-08-29	1996-12-30	2068
D	booting이 안됨	2002-10-02	1995-12-27	2471
E	교체	2002-05-13	2001-06-01	346
F	복구 부팅/조작안됨	2003-03-07	2001-06-01	644
G	시스템 교체후 부팅안됨	2003-03-23	2002-09-30	174
H	다운후 무작동	2000-10-05	1994-12-30	2106
I	재부팅발생	2003-10-09	2002-12-28	285
J	다운	2003-11-25	2002-12-28	332
K	이상/ 통신 이상	2001-05-27	1994-05-01	2583
L	다운	2000-07-15	1995-12-29	1660
M	계통반표시불량	2002-05-20	1995-06-30	2516
N	다운	1999-05-20	1996-06-01	1083
O	I001 포인트 이벤트발생	2000-06-26	1999-09-30	270
P	시스템교체	2003-02-04	1995-11-02	2651
Q	자주 다운	2003-06-13	1995-11-02	2780
R	다운, 이벤트출력정지	2003-12-04	1995-11-02	2954
S	계통반상대불량	2002-03-04	1998-06-28	1345
T	부팅안됨	2003-04-25	1999-11-06	1266
U	재부팅후 로고화면 진행안됨	2003-12-10	1996-11-30	2566
V	프로토콜변경	2002-09-07	1994-02-20	3121
W	장애	2001-04-09	1999-11-20	506
X	시스템 자주 다운	2003-12-22	2000-12-26	1091
Y	정지	2003-03-14	2001-10-27	503
Z	작동불량, 이벤트 발생않음	2003-12-04	1995-06-30	3079
AA	진행안됨	2001-06-08	1998-07-31	1043
BB	Mapboard 이상	2002-08-02	1999-09-29	1038
CC	다운 / 통신불능	2001-12-06	1997-11-01	1496

계산의 복잡하므로 분포 찾는 문제는 전용 통계패키지인 Minitab ver 13.2을 이용하였다. 데이터

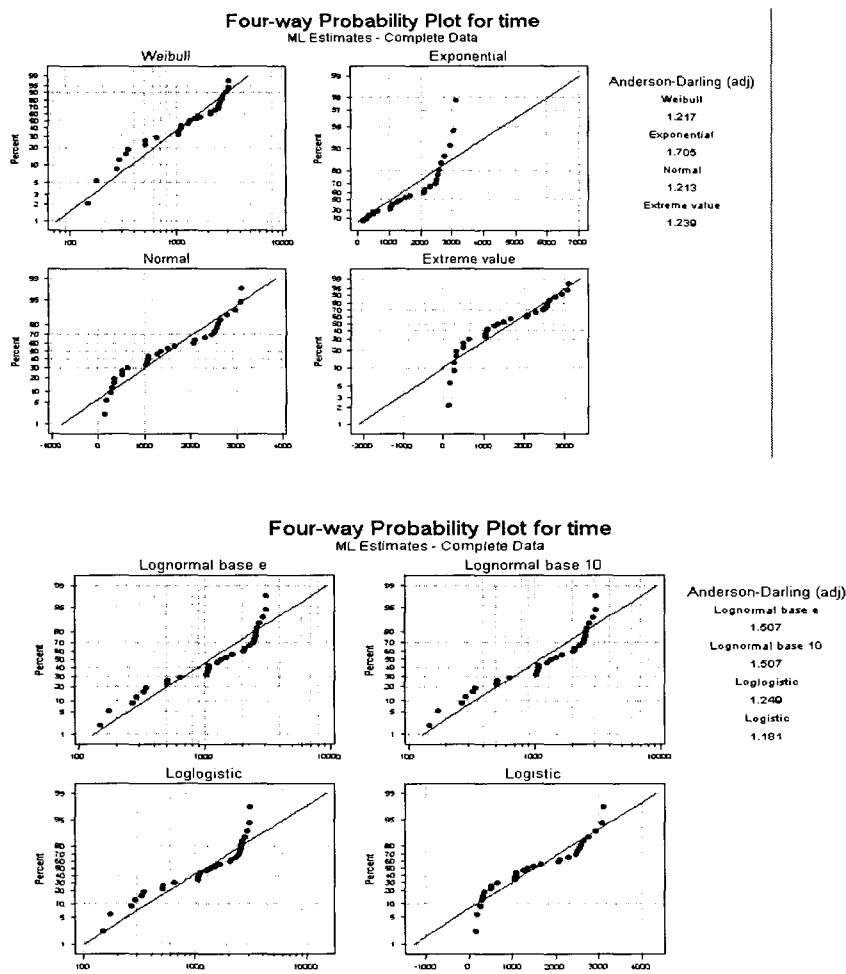
가 충분히 크지 않다는 한계가 있다.

2.1 고장데이터만으로 고장 분포 추정

1) 적합한 분포 찾기

242개소에 집중감시제어반이 설치된 중에 고장이 보고된 위의 데이터만으로 해당 분포로 적합한 것을 추정하기 위해 8개 함수에 대입하였다.

아래 그림과 같이 얻어졌다.



[그림1] 시스템 고장분포함수의 추정

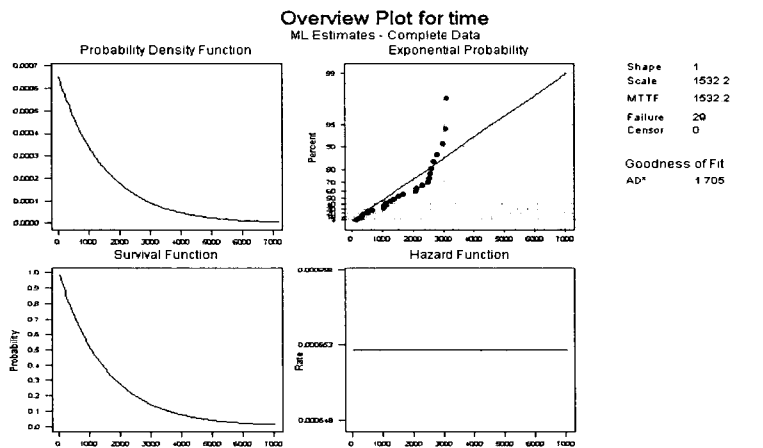
[표 2] 여러 추정 분포들의 Anderson-Daring 값

추정 분포	Anderson-Daring 값	적합여부	검토
Weibul	1.217	부적합	
Exponential	1.705	조금적합	*
Normal	1.213	부적합	
Extreme value	1.239	부적합	
Lognormal base e	1.507	적부합	
Lognormal base 10	1.507	부적합	
Loglogistic	1.249	부적합	
Logistic	1.181	부적합	

위의 표에서 지수함수(Exponential)만이 조금 적합하게 나왔다. 지수함수의 의미가 고장율이 일정하다는 의미로 고장이 원인이 시스템에 있다기 보다는 우발적인 사건이라는 의미이다.

2) Exponential 분포로 가정

Minitab을 이용하여 고장을 함수를 구하면 아래 그림과 같이 나온다.



[그림 2] Exponential 분포일 때, 시스템의 신뢰함수

생존확률(Survival Function) $R(t) = \frac{1}{1532.2} \exp\left[-\frac{t}{1532.2}\right]$ 로 구해졌다. 관련 통계 자료는 다음과 같다.

Estimation Method: Maximum Likelihood	
Distribution: Exponential	
Parameter Estimates	
Standard	95.0% Normal CI

Parameter	Estimate	Error	Lower	Upper
Shape	1.00000			
Scale	1532.2	284.5	1064.7	2204.8
Characteristics of Distribution				
		Standard	95.0% Normal CI	
	Estimate	Error	Lower	Upper
Mean(MTTF)		1532.172	284.5173	1064.740 2204.813
Standard Deviation		1532.172	284.5173	1064.740 2204.813

시스템의 고장 분포를 함수로 봤을 때, 평균사용시간(MTTF)은 1,532일이다. 이 시간은 4년 2개월 11일이다.

여기서 주어진 이 시간은 고장난 것만 으로 보았기 때문에 고장난 것의 평균 수명이다.

2.2 200 변전소는 이상 없다는 가정을 포함하여 고장분포 추정

이번에는 이를 200군데는 이상이 없다고 보고 새롭게 분석해 본다.

1) 적합한 분포를 찾기

위의 데이터로 적합한 해당 분포를 추정하기 위해 8개 함수에 대입하였다.(위와 같은 과정이므로 그림 생략)

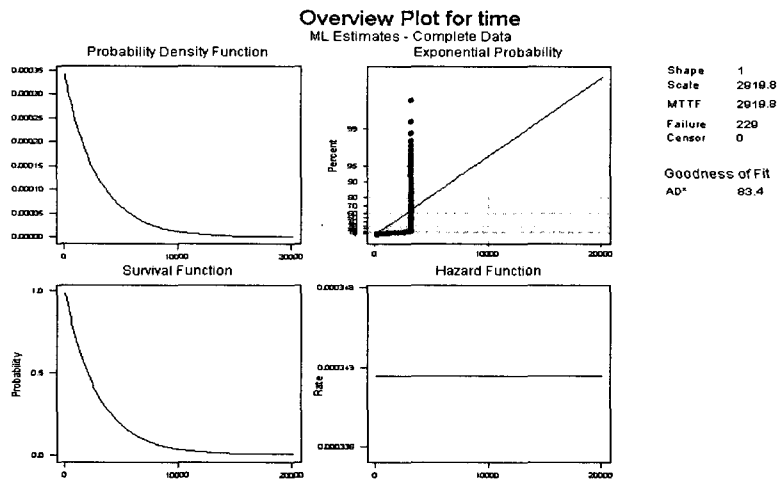
[표 3] 각 추정분포별 적합도 여부

추정 분포	Anderson-Daring 값	적합여부	검토
Weibul	78.85	적합	
Exponential	83.40	적합	*
Normal	68.46	적합	
Extreme value	80.08	적합	
Lognormal base e	127.2	적합	
Lognormal base 10	127.2	적합	
Loglogistic	127.2	적합	
Logistic	127.2	적합	

위의 표에서 모든 분포 함수가 적당하다고 나왔다. 그중에서 지수함수(Exponential)의 Anderson-Daring의 값이 가장 좋게 나왔기 때문에 지수함수라고 가정한다.

2) Exponential 분포로 가정

Minitab을 이용하여 고장을 함수를 구하면 아래 그림과 같이 나온다.



[그림 3] Exponential 분포일 때, 시스템의 생존 분포함수

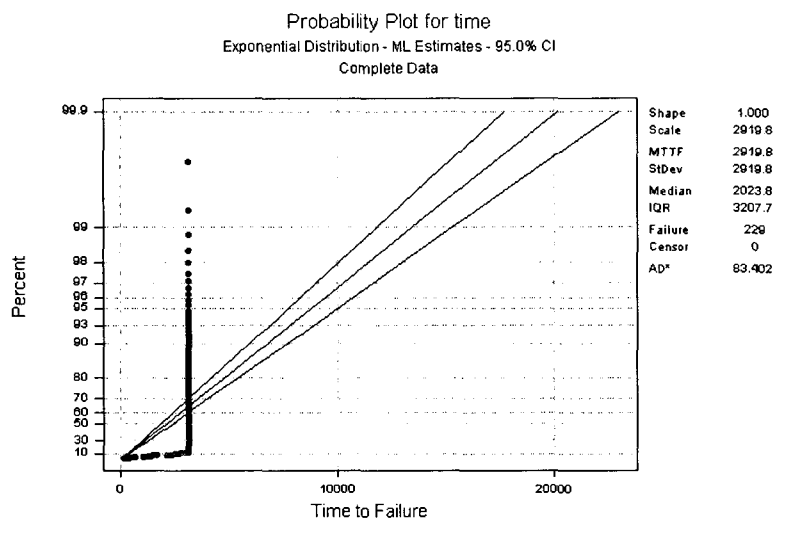
생존 분포함(Survival Function) $R(t) = \frac{1}{2919.8} \exp\left[-\frac{t}{2919.8}\right]$ 로 구해졌다. 관련 통계 자료는 다음과 같다.

Distribution: Exponential				
Parameter Estimates				
		Standard	95.0% Normal CI	
Parameter	Estimate	Error	Lower	Upper
Shape	1.00000			
Scale	2919.8	192.9	2565.1	3323.5
		Standard	95.0% Normal CI	
	Estimate	Error	Lower	Upper
Mean(MTTF)	2919.795	192.9455	2565.094	3323.543
Standard Deviation	2919.795	192.9455	2565.094	3323.543

시스템이 지수함수를 따를 때, 평균사용시간(MTTF)은 2,920일이다. 이 시간은 시스템은 8년 사용하는 것이 적당하다.

이 경우 예상되는 시간 구간을 그림으로 그리면 그림 4와 같다. 그림 4에서 2920일에 수직으로 그려진 것은, 2920일(8년)이 지났을 때는 전혀 보장을 못한다는 의미이다. 8년 전에 시스템을 교체하는 것이 좋다.

[그림 4] 시스템의 고장날 예측 확률



3. 결 론

시스템(본체)의 수명 분포를 1994년부터 2003년까지 보고된 고장데이터로만 수명분포를 추론했을 때, 생존 분포함수는 지수함수로 표현되면 분포함수는 $R(t) = \frac{1}{1532.2} \exp\left[-\frac{t}{1532.2}\right]$ 로 구해졌다. 시스템의 고장 분포를 함수로 봤을 때, 평균사용시간(MTTF)은 1,532일이다. 이 시간은 4년 2개월 11일이다.

위의 데이터는 고장난 데이터만으로 구했기 때문에 고장 나지 않은 다른 변전소를 고려하여 신뢰도 함수를 구하였다. 생존 분포함수는 지수함수로 $R(t) = \frac{1}{2919.8} \exp\left[-\frac{t}{2919.8}\right]$ 로 구해졌다. 평균사용시간(MTTF)은 2,920일이다. 이 시간은 시스템은 8년 사용하는 것이 적당하다. 시스템 본체는 전체적으로 8년을 보장할 수 있다.

현실적으로 위 문제는 순수한 이론적인 기간이고 현실에서는 현장의 조건을 반영한 수명을 새로이 계산하는 문제가 남아있다.

참고문헌

- [1] 박경수, “신뢰성 개론”, 영지문화사, 2003
- [2] 서순근, “Minitab 신뢰성 분석”, 이레테크, 2002
- [3] 이상복, “미니탭 사용자 핸드북”, 이레테크, 2001
- [4] 정해성, “신뢰성 분석과 응용”, 영지문화사, 2003
- [5] Lawless, J. F., *Statistical Models and Methods for Lifetime Data*, John Wiley & Sons, 1982.
- [6] Leemis, L. M., *Reliability : Probabilistic Models and Statistical Methods*, Prentice-Hall, 1995.
- [7] Meeker, W. Q. and Escobar, L. A., *Statistical Methods for Reliability Data*, John Wiley & Sons, 1998.
- [8] Nelson, W., *Applied Life Data Analysis*, John Wiley & Sons, 1982.