

확률론적 신뢰도 평가 기법 및 프로그램의 연구

윤 용 태 / 서울대학교 전기공학부 교수

1. 서 론

2003년도 발생한 북미 동부지역 대규모 정전 사태의 경험 후 국외는 물론 국내 전력산업에서 신뢰도 평가, 유지 및 관리에 대한 시각이 크게 변동하고 있다. 즉, 신뢰도 유지 및 관리에 초점을 맞춘 계통계획 및 운영을 크게 필요로 하게 되었고 연구가 진행되고 있다.

기존의 신뢰도 평가 크게 결정론적 방법으로 볼 수 있다. 결정론적 방법은 계통의 기기 및 요소들의 가능한 상정사고(N-1, N-2 상정사고)에 대해 견딜 수 있도록 하는 방법이다. 실제 전력기기들의 운전 중 불시의 사고가 발생하는 것이 현실적이므로 결정론적 방법은 합리적이지 못한 점이 있다. 따라서 계통의 사고가 발생할 확률을 고려해서 계통의 신뢰도를 평가하는 방법이 더욱 합리적이다. 다음 장에서는 계통에서 사고의 영향력과 그 사고의 확률을 고려해서 신뢰도를 평가해주는 프로그램인 PRA(Probabilistic Reliability Assessment)에 대해 살펴보고자한다.

2. 본 론

PRA는 원래 원자력 발전 산업에서 효과적으로 사용되던 방법론으로써 원자력 발전기 운영상의 위험을 결정하는데 이용되었다. PRA는 전력 시스템에서 사고의 영향력과 그 사고의 확률을 통해 확률론적 신뢰도 지

표(PRI - Probabilistic Reliability Index)를 결정한다.

$$PRI = Probability * Impact$$

확률론적 신뢰도 지표는 사고 확률(Probability)과 사고의 영향력(Impact)의 곱의 형태로 이루어지면 일종의 기대값을 의미한다. 확률론적 신뢰도 지표는 과부하, 전압, 전압 안정도, 부하 손실 따른 4 가지 유형이 있고 4가지 지표의 합 형태로 전력 시스템의 신뢰도를 나타내며 평가할 수 있다.

그림1은 각 사고의 확률론적 신뢰도 지표의 분포를 나타낸 것이다. 기존의 결정론적 방법에 의하면 확률과 무관하게 사고의 영향력(impact)만을 고려하여 사고를 분석하고 대책을 세웠다. 그러나 확률론적 신뢰도 지표의 경우 사고의 확률과 영향력의 관계를 고려

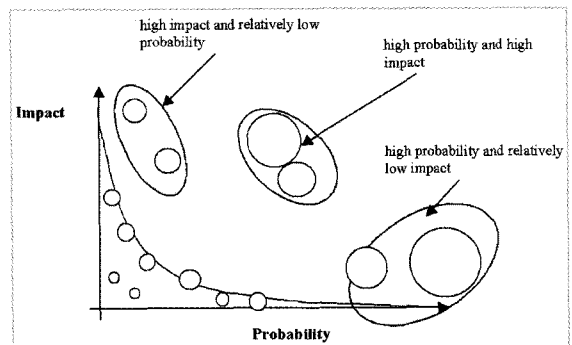


그림1 확률과 영향력에 따른 확률론적 신뢰도 지표의 분포

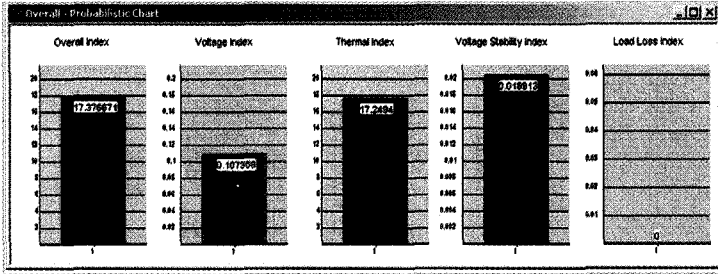


그림2 PRA에서 신뢰도 지표의 출력

하여 특정 신뢰도 기준을 통해 사고를 분석하고 대책을 세울 수 있다.

예를 들어, 확률이 0.0001이고 영향력이 1000인 사고1과 확률이 0.1이고 영향력이 100인 사고2가 있다고 고려해보자. 기존의 방식에서는 사고1의 경우 영향력이 사고2에 비해 크므로 사고1에 대책 마련에 더욱 많은 투자를 하게 될 것이다. 그러나 확률을 고

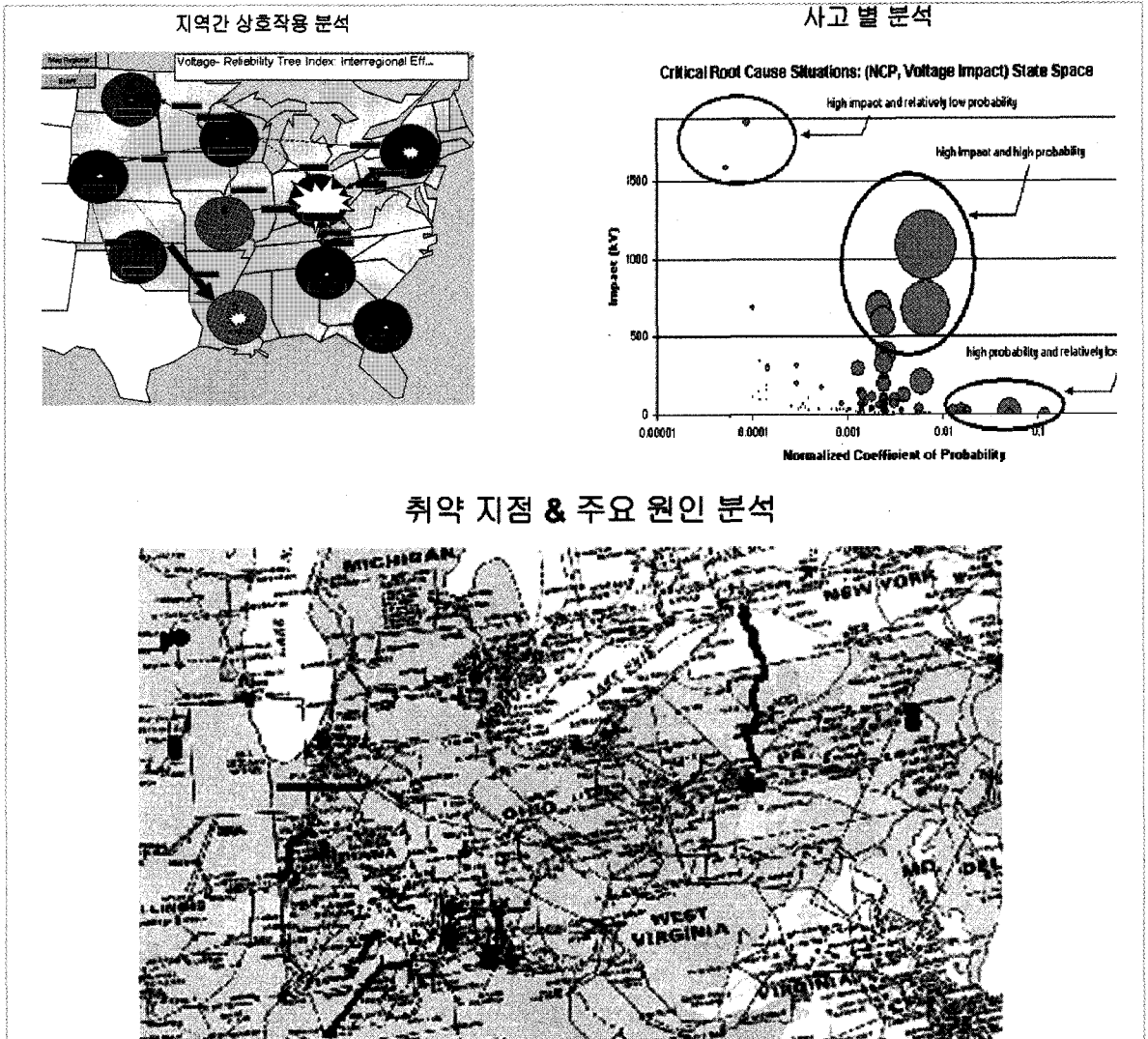


그림3 PRA에서 결과 분석

려한다면 기대치가 10(0.1*100)인 사고2의 경우 영향력은 낮지만 확률이 높아서 기대치가 0.1(0.0001*1000)인 사고1의 경우보다 계통에 더욱 많은 영향을 미칠 수 있으므로 사고2 대책에 더욱 많은 투자가 필요할 것이다. 이는 경제적인 관점에서 더욱 효율적이고 합리적인 신뢰도 지표가 제시된다고 할 수 있다.

PRA는 계통 전체의 신뢰도 지표와 과부하, 전압, 전압 안정도, 부하 손실에 따른 4 가지 유형의 신뢰도 지표를 각 상황과 지역에 따라 수치적으로 나타내준다. 이는 신뢰도 지표의 기준의 적립된다면 계통을 잘 모르는 사람도 계통의 신뢰도 지표를 통해 계통의 안정도가 어느 정도인지 판단할 수 있는 아주 효과적인 척도를 제공하게 되는 것이다.

PRA는 확률론적 지표를 통해 계통을 다양한 측면에서 분석할 수 있는 방향을 제시해준다. 먼저 계통의 각 지역별 상호 작용을 분석하고 이해하기 쉽게 지도를 통해 지역간의 영향력을 보여준다. 또한 각 사고의 확률과 영향력을 도표로 나타내어 사고별 분석이 용이할 뿐만 아니라 사고 발생으로 인해 취약점이 어느 부분인지, 그런 취약점을 만드는 원인이 어떤 사고인지 분석해준다.

3. 결 론

전력산업의 변화로 계통의 신뢰도를 분석하는데 있어서 기존의 방식에서 벗어나 확률론적인 신뢰도 분석 기법이 요구되고 있다. 이는 특히 경쟁적 전력시장 환경에서 효율적이고 합리적인 방안이다. 확률론적 신뢰도 분석을 하는 프로그램인 PRA는 사고의 확률과 영향력을 모두 고려하여 수치적인 신뢰도 지표값을 제공한다. 따라서 신뢰도 지표 기준이 확립된다면 아주 효과적으로 계통의 신뢰도를 이해할 수 있다는 장점이 있다. 또한 PRA는 사고의 확률과 영향력을 고려하여 계통의 다양한 분석방법을 제공하기 때문에 전력시스템의 전반적으로 이용될 수 있는 프로그램이다.

감사의 글

본 기획시리즈는 산업자원부 지정 '전력신뢰도/품질 연구센터'에서의 재정적인 지원을 받아 진행되었습니다. 본 센터에는 경상대, 서울대, 숭실대, 전북대, 한양대의 교수들과 대학원생들이 연구원으로 참여하고 있습니다.