

Power Tracking 시각화 프로그램 개발

오세승 장길수
고려대학교 전기공학과

Power Tracking Visualization Program Development

Oh Seaseung Gilsoo Jang
Korea University

Abstract - Power tracking은 발전기가 생산하는 전력의 흐름을 추적함으로써 특정 발전기가 특정 부하에 공급하는 전력의 양, 특정 송전선 점유율, 계통손실에 기여량 등을 결정할 수 있게 해준다. 본 논문에서는 loop화 되어 있는 실제통을 여러 domain으로 나누고 하나의 domain 또는 중첩된 domain 간의 교류송전선의 대체 안으로 FACTS나 HVDC과 같은 active 소자의 설치위치를 선정하기 위해 power tracking을 이용하였으며 이를 효과적으로 시각화 하기 위한 프로그램을 개발하였다.

처리과정(pre-processing)은 PSS/E와 Python을 이용하였으며 Power tracking은 Matlab을 통해 구현하였다. 이처럼 계산된 발전기 domain data는 XML 형식으로 바꾸어 위성사진 위에 송전계통망과 함께 표시된다. PSS/E가 버전 30이후부터 Python을 지원하기 때문에 power tracking 알고리즘을 PSS/E내에서 모두 구현 가능하고 계산 결과를 XML 형식으로 변환하는 것까지 가능하다. 이와 같은 방식은 적절한 data 가공 프로그램만 제공된다면 다른 application들과도 쉽게 통합하여 사용이 가능하다.

1. 서 론

Radial 계통의 선로 중간지점에 HVDC나 FACTS를 설치하면 선로 리액턴스를 절반으로 줄인 것과 같은 효과가 있기 때문에 송전선의 전송량을 증가시킬 수 있다. [1] 그러나 mesh화 되어 있는 실제통에는 radial 계통에서와 같은 효과적인 적용위치를 찾기 어렵기 때문에 본 논문에서는 계통을 여러 domain으로 나누고 하나의 domain 또는 중첩된 domain 간의 교류송전선의 대체 안으로 active 소자의 설치위치를 선정한다.[2]

하나의 domain은 발전단지와 부하단 그리고 이들을 연결하는 송전선로로 이루어지므로 domain을 정의하기 위해서는 발전단과 부하단의 연관성을 파악해야하며 이를 위해 전력조류의 흐름을 추적하는 power tracking 기법을 사용하였다. Power tracking은 시장 체제 하에서 송전가격 산정, 손실비용 산정, 혼잡관리, 보조서비스 등을 위해 전력의 흐름을 추적하는 기법이다.[3]

본 논문에서 사용한 방법은 일반적인 조류계산을 통해 얻어진 조류해를 사용하여 발전기가 생산하는 전력이 흐르는 모선을 찾아내는 방식으로 조류의 흐름을 추적하여 하나의 domain으로 묶는 방식이다. 이는 모선의 수가 많은 계통에서도 간단하게 발전기의 domain을 찾아낼 수 있고 일반적인 조류계산의 해를 이용하기 때문에 기존에 사용하고 있는 상용 조류계산 프로그램을 이용할 수 있다는 장점이 있다.

2. 본 론

2.1 프로그램 구조

본 논문에서 개발한 프로그램은 계산을 수행하는 부분과 이를 표시해주는 시각화 interface로 구성되어 있다. 기존 상용 조류계산 프로그램의 경우 조류계산의 결과는 문자위주로 표현되고 전력의 흐름 즉 조류는 두 개의 버스사이의 조류만 표시되는 경우가 대부분이다. 이런 방식의 경우 조류의 흐름이 전체적으로 보이지 않기 때문에 전체계통의 상태를 직관적으로 빠르게 파악하기 어렵다.

Power tracking에 사용되는 조류계산과 조류해의 전

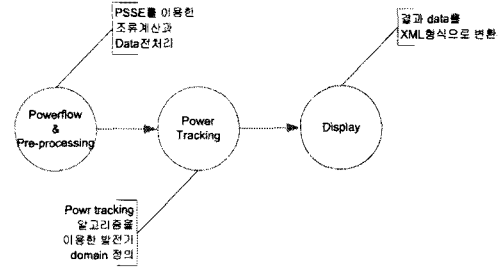


그림 1 전체 프로그램 구조

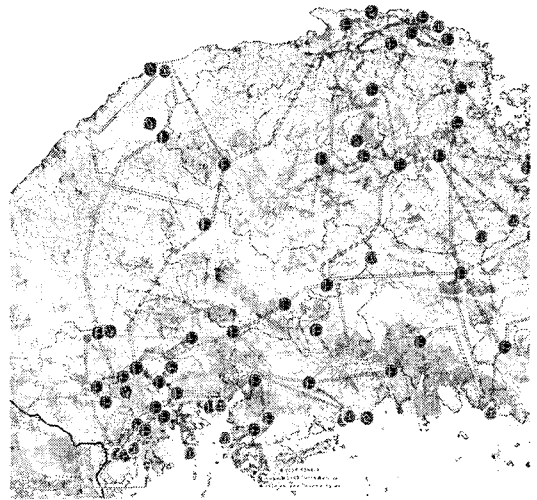


그림 2 송전선과 모선 표시

그림 3과 같이 모선전압과 같은 조류계산에 의해 얻어지는 계통의 상태를 3차원으로 표현가능하다.

데이터를 지속적으로 update하여 표시가 가능하기 때문에 그림 3과 같이 서버-클라이언트 방식으로 사용 가능하다.

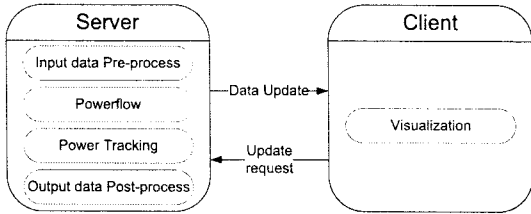


그림 3 서버-클라이언트 모델

또한 데이터가 적절하게 처리만 된다면 시각화 interface와 다른 프로그램간의 통합사용도 가능하다.

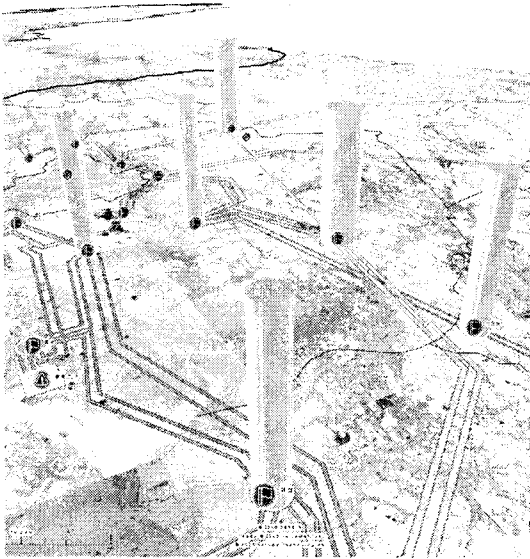


그림 4 모선전압 3차원 표현

2.2 Power Tracking

Power Tracking 기법을 이용하여 특정 발전기가 특정 부하에 공급하는 전력의 양, 특정 송전선 점유율, 계통손실에 기여량 등을 결정할 수 있다.

발전기의 domain은 기존의 상용 조류계산 프로그램을 이용하여 계산한 조류해 또는 상태 추정을 이용하여 특정 발전기에서 생산된 전력이 흐르는 선로와 모선의 집합으로 정의된다.

이러한 방식은 유효전력과 무효전력에 대해 독립적으로 적용가능하며 같은 방식을 사용하여 결과를 얻을 수 있다.

모선이나 선로가 특정 발전기의 domain에 속하기 위해서는 발전기에서 생산된 전력이 그 모선과 선로에 도달할 수 있는 길이 존재해야 하고 조류의 방향도 발전기의 출력방향과 일치해야 한다.

2.3 실계통 적용 결과

실계통에 적용하여 발전기 영역을 구한 결과가 표 1과 같다.

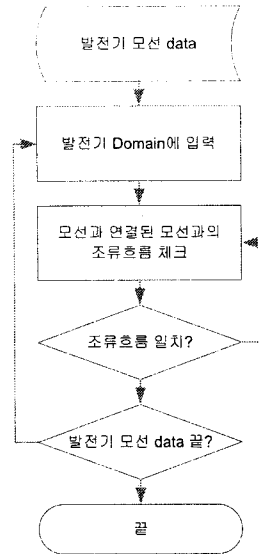


그림 5 발전기 영역 선택 알고리즘

표 1 발전기 영역

발전기	발전기 영역에 속하는 모션
G1	26151, 6150, 6550, 6951, 4400, 6950, 4401, 4600, 4601, 2400, 3600, 3400, 3401, 3451, 3350, 23453, 23454
G2	25151, 5150, 5151, 5600, 5700, 5750, 4750, 2500, 1700, 1500, 1600, 1610, 1465, 1611, 1635, 1655, 1670, 1685, 1745, 1980, 1465,

표 1에서 각 모선의 위치정보를 이용하여 표시하면 그림 6, 그림 7과 같다.



그림 6 발전기 G1의 domain

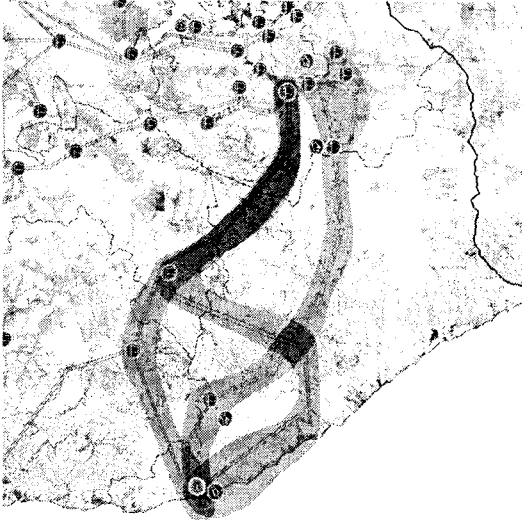


그림 7 발전기 G2의 domain

3. 결 론

본 논문에서는 일반적인 조류해를 이용한 power tracking 기법을 이용하여 발전기의 domain을 구하는 구하고 이를 시각화 하는 프로그램을 개발하였다.

발전기의 domain을 이용하는 방법은 직관적이며 간단하게 구현 가능하지만 계통특성에 따라 각 domain간 겹침이 많이 나타날 수 있다. 따라서 향후 domain을 좀 더 세분화한 common을 구할 수 있도록 프로그램을 수정해 나갈 계획이며 이를 이용하여 계통의 송전용량을 중대시킬 수 있는 active 소자의 설치위치를 찾아내는 프로그램으로 발전시킬 계획이다.

시각화 interface 프로그램은 입력 데이터를 적절히 전처리 한다면 조류해의 시각화부터 계통의 실시간 모니터링에 이르기까지 많은 분야에서 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 "산업자원부 전력IT기술개발사업"의 지원으로 연구되었음

[참 고 문 헌]

- [1] Huang, Z.; Ooi, B.T.; Dessaint, L.-A.; Galiana, F.D.; "Exploiting Voltage Support of Voltage-source HVDC," IEE Proceedings Generation, Transmission and Distribution, Volume 150, Issue 2, March 2003
- [2] 오세승, 장길수 "부하집중지로의 송전용량 증대를 위한 전압형 HVDC의 활용 방안", The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers A,1229-2443, 제 55권6호,pp.236-241, 2006
- [3] Rosado, S.P.; Abdel-Rahman, K.; HadjSaid, N.; "Tracing the Path of Electric Power Flow - A Study for Deregulated Power Systems" IEEE Power Engineering Society Winter Meeting, 2001. Volume 3, Jan. 2001
- [4] RP Klump, D Schooley, TJ Overbye, "An Advanced Visualization Platform for Real-Time Power System Operations" 14th PSCC, Sevilla, Spain, June 2002
- [5] TJ Overbye, JD Weber, M Laufenberg, "Visualization of Flows and Transfer Capability in Electric Networks",