

2001 추계학술발표회 논문집
한국원자력학회

Hyperbolic 시각화 기법을 이용한
정보순항직무 지원 인터페이스 설계 및 구현

Design and Implementation of an Interface supporting Information
Navigation Tasks using Hyperbolic Visualization Technique

이재각, 최인관, 전서현
동국대학교, 서울특별시 중구 필동 3가

박근옥, 서용석, 서상문, 구인수, 장문희
한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

정보의 시각화 기법은 디지털기술 기반 첨단 제어실의 운전정보 표시계통 및 전자식운전절차서 계통과 같이 대량의 정보로 구성되는 시스템에서 운전원의 정보순항 직무를 효율적으로 지원할 수 있는 수단으로 쓰일 수 있다. 이러한 기법은 운전원으로 하여금 한눈에 전체 정보의 계층 구조를 파악할 수 있도록 하는 환경을 제공함으로써 정보순항과 같은 부차적 직무부담을 줄일 수 있게 하고, 그 결과 일차적 직무수행에 보다 많은 주의(attention)을 할당하게 함으로써 궁극적으로 직무수행도를 높일 수 있을 것으로 기대된다. 본 논문에서는 운전원의 정보순항 직무를 최적화 할 수 있는 수단으로 응용할 수 있는 쌍곡선 기하학(Hyperbolic Geometry)을 기반으로 한 시각화 기법을 설계하고 구현하였다.

Abstract

Visualization techniques can be used to support operator's information navigation tasks on the system especially consisting of an enormous volume of information, such as operating information display system and computerized operating procedure system in advanced control room of nuclear power plants. By offering an easy understanding environment of hierarchically structured information, these techniques can reduce the operator's supplementary navigation task load. As a result of that, operators can pay

more attention on the primary tasks and ultimately improve the cognitive task performance. In this thesis, an interface was designed and implemented using hyperbolic visualization technique, which is expected to be applied as a means of optimizing operator's information navigation tasks.

1. 서론

제한된 화면을 통해 보다 많은 정보를 사용자가 쉽게 볼 수 있고 이해 할 수 있는 사용자 인터페이스에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.¹⁾²⁾ 사용자 인터페이스는 이미 기본 텍스트 방식의 환경에서 그래픽 방식의 환경으로 바뀌었으며, 사용자가 좀 더 쉽게 정보를 활용할 수 있도록 Tree와 같은 계층 구조로 정보를 화면에 표현하고 있다. 하지만 현재와 같은 사용자 인터페이스에서는 플랜트 운전정보나 혹은 웹 문서, 시스템 운전절차서 등과 같이 대량의 정보가 서로 연관 관계를 갖는 문서를 제한된 컴퓨터 화면에 모두 표현하기에는 어려움이 있다. 이를 해결하기 위해 스크롤과 같은 방법을 이용하지만, 이 방법은 전체 정보의 계층 구성 관계를 한번에 파악하기 어렵다는 문제를 안고 있으며, 다른 문제점으로는 트리 구조 외에 사이클이 존재하는 그래프 구조에 정보를 표현하는데 부적당하다. 더욱이 디지털기술 기반 첨단 제어실에서의 운전과 같이 정보의 순향이 필연적으로 수반하는 경우 이러한 부차적인 직무수행에 대한 부담은 운전원 본래의 직무인 진단, 평가 등과 같은 인지적 직무수행도의 저하를 야기하고 궁극적으로는 발전소 전체의 효율성을 떨어뜨리는 요인이 될 것이다.

따라서 전체 정보를 한눈에 파악할 수 있고 특정 계층 구조에 제한 받지 않는 방법이 필요하다. 이와 더불어 이러한 정보를 화면에 효과적으로 배치하는 방법이나, 사용자가 관심을 두는 정보를 좀 더 상세히 보여주는 사용자 인터페이스 환경이 필요하다. 각종 계기의 운전 정보, 계기의 제어를 위한 제어판 등을 설계하는데 있어 중요한 것은 보편적으로 사용자들이 정보를 쉽게 이해할 수 있어야 하며, 제한된 컴퓨터 화면의 공간을 효율적으로 사용하여야 한다. 또한 실시간 처리에 효과적이어야 하며, 빠른 속도를 위해 복잡한 수식을 피해야 한다.

이에 본 논문에서는 기존의 많이 쓰이던 시각화 방법 대신 쌍곡선 기하학(Hyperbolic Geometry)³⁾을 이용한 시각화 방법을 제시하여 사용자가 이해하기 쉽고 사용하기 편리한 시스템 제어 환경을 설계하고 구현하였다.

2. 관련 연구

기존의 시각화 방법은 트리맵⁴⁾, 프렉탈⁵⁾, 어안렌즈(Fisheye)⁶⁾ 등의 방법 등이 있으며 이중 어안렌즈를 제외한 방법은 모두 2D환경이다.

트리맵 시각화 방법은 벤 다이어그램(Ven diagram) 방식을 응용하여 텍스트 방식의 표

현 방법이 아닌 그래픽의 표현 방법으로 사용자의 정보 인지도를 향상시켰다. 이 방식은 화면의 전체 공간을 노드의 속성에 따라 노드 자체와 하위 노드의 수에 따라 화면 공간을 할당한다. 각 노드에 할당된 공간은 노드의 같은 속성 또는 다른 속성에 의해 채워진다. 이 트리맵의 시각화 방법에서 정보들간의 계층 구조는 트리라는 특수한 계층구조에 의해 한정이 되고 사용자가 트리맵 구조를 이해하는데 상당한 시간이 걸린다는 단점을 가지고 있다. 정보표현은 100% 할 수 있으나, 그 트리맵 구조의 이해가 어렵고 원하는 부분의 정보에 대해 내용의 손실 없이 초점을 갖는 방법이 제공되지 않는다.

프랙탈 시각화 방법은 자기 유사성(self-similarity)을 바탕으로 한다. 트리맵에서 생기는 단점을 보완한 방법중의 하나이다. 프랙탈 방법은 한번에 많은 양의 정보를 나타낼 수는 있지만 계산 시간이 많이 걸리는 단점을 가지고 있다.

어안렌즈 시각화 방법은 기하학 변환을 통해 일반 좌표에 놓은 정보들을 어안좌표로 바꾸어 주는 방식이다. 이때 변환의 기준은 사용자가 정해진 초점에 따라 변환된다. 트리맵 시각화 방법이 트리라는 특수한 계층 구조에 적용된다는 것과 달리 여러 계층 구조에 적용이 가능하다는 점과 간단한 수식에 따른 빠른 정보 표현이 장점이다.

쌍곡선 기하학을 이용한 시각화 방법은 평면상에 정보를 표현하고 이 평면을 원형의 공간에 매핑 시킨다. 나타내고자 하는 정보는 화면상에서 하나의 노드로 표현된다. 노드들은 쌍곡선 기하학에 의해 각각의 위치가 변형되면서 화면상에 나타난다. 쌍곡선 기하학을 이용한 시각화 기법은 일반 유클리드 좌표계를 비-유클리드 좌표계로 변환시키는 것이다. 그러면, 유클리드 평면상의 점이 구(球)에 사상되면서 그 위치를 정하게 된다. 이 때 이용되는 모델들이 Klein Model, Upper Half Plane Model, Poincare Model 등이다.⁷⁾

표 1 시각화 기법 비교

기법 대상	트리맵	프랙탈	쌍곡선기하학	어안렌즈
화면공간	100% 이용	여백존재	여백존재	여백존재
정보이해	시간이 걸림	즉시 가능	즉시 가능	즉시 가능
초점	존재하지 않음	존재하지 않음	존재함	존재함
왜곡률	없음	없음	중간	중간
3D 지원	불필요	가능	가능	가능
정보구조	트리	트리	트리, 그래프	트리, 그래프

이 쌍곡선 기하학을 이용한 시각화 방법의 특징은 정보가 원형의 바깥쪽으로 갈수록 표현되는 정보의 크기가 작아지고 많은 정보를 화면에 표현 할 수 있다. 이러한 방법의 장점은 전체 정보들간의 연관관계를 보여주면서 사용자의 관심의 초점 이동에 따라 다른 시각화 방법과는 달리 자연스럽게 통일된 방식으로 정보를 표현한다는 것이다. 또한 이 시각화 방식은 평면상에서 원의 반지름을 증가시켜 화면 공간을 더 활용할 수 있다.

표 1은 각 시각화 방법을 비교 한 것이다.

3. 설계 및 구현

본 논문의 구현에서는 기존의 시스템과는 달리 CRT 화면에 나타날 그래픽 화면이 설비 감시를 맡은 운전원, 즉 사용자에게 쉽게 친숙해지도록 하였으며, 화면 설계 시 화면의 윤곽과 분할에 대해 그 영역들의 정보는 일관성을 유지하도록 했다. 하나의 화면에 나타나는 정보는 기능적 또는 계통적으로 연관성을 가지도록, 상태 정보뿐만이 아니라 정보 상태도 나타내도록 구현하였다. 정보를 화면에 효율적으로 배치하는 것을 현재 이용하고 있는 알고리즘만큼 중요하게 고려해야 한다. 본 논문에서는 원을 이용한 방법을 채택하여 정보를 화면에 표현하였다.

그림 1은 시스템의 전체 구현의 구성도를 나타낸 것이다.

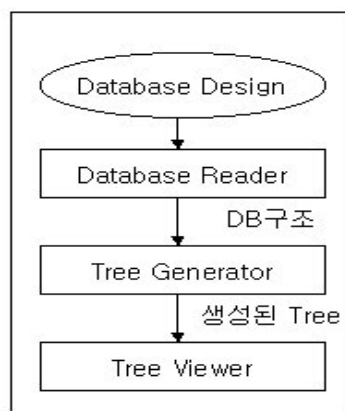


그림 1 전체시스템 구성도

3.1 Tree 설계

먼저 감시에 대한 정보와 계층을 나타낼 수 있는 정보 등을 디자인한다. 기계의 이름과 그에 따른 관리자, 오류의 유무 등과 정보를 나타내는 노드의 상위 노드가 무엇인지 등을 정한다. 화면에 나타내고자 하는 정보에 관한 디자인이 끝나면 이를 데이터베이스 파일로 생성한다. 노드로 표현될 정보는 임의로 지정하였다. 생성된 데이터베이스 파일은 데이터베이스 Reader를 통해 읽는다. Reader는 이름과 노드간의 상하 관계를 분석하여 DB구조

를 만들어낸다. 이를 Tree 생성기가 읽어 쌍곡선 함수를 이용하여 Tree구조로 생성하게 되고, 생성된 Tree는 Tree Viewer를 통해 3D 형식으로 구에 좌표로 표시된다. 이 좌표는 화면상에는 2D의 타원 모양으로 나타나게 된다. 사각형의 프로그램 틀 안에서 타원 모양으로 표현되기 때문에 각 모서리 부분에 이용할 수 없는 공간이 생겨나게 된다. 그림 2는 실제 데이터베이스 파일로 디자인된 정보가 어떤 경로를 거쳐 화면에 나타나게 되는지에 관한 순서도 이다.

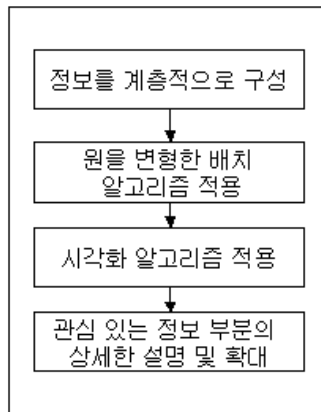


그림 2 Tree 생성,표현과정

3.2 그 외의 기능

데이터베이스 파일로 생성된 정보는 Viewer를 통해 보여지게 된다. 새로운 정보의 추가나 삭제 등의 수정 작업은 데이터베이스 파일을 직접 변환하여 나타낼 수 있다. 프로그램을 종료한 후 데이터베이스 파일을 변환한 뒤 다시 프로그램을 시작하면 변형된 데이터를 보여준다. 하지만 좀 더 편한 인터페이스를 위해 Viewer 상에서 추가, 삭제 등의 기능을 행할 수 있다. 이러한 기능에 의해 변경된 데이터베이스는 현재 Tree 생성기에서 다시 구조화하고 Database Writer를 통해 저장하게 되며 Viewer를 이용하여 화면에 곧장 뿌려지게 된다.

프로그램은 또 사용자가 현재의 제어 구조에서 많은 노드들이 산재해 있어 원하는 정보가 잘 보이지 않을 경우 그 노드를 찾을 수 있는 Find 기능을 제공한다. 정보가 많거나 적을 경우 화면에 이를 원활히 탐색하기 위한 노드간의 거리도 결정할 수 있는 기능이 있다. 이러한 기능 등을 통해 계기의 제어를 관리하는 사용자는 노드들을 드래그 하여 움직일 수 있고 또 조작할 수 있다.

그림 3은 구현된 프로그램을 실행한 모습이며, 그림 4는 노드들을 Trans 한 후의 모습을 보여주는 것이다.

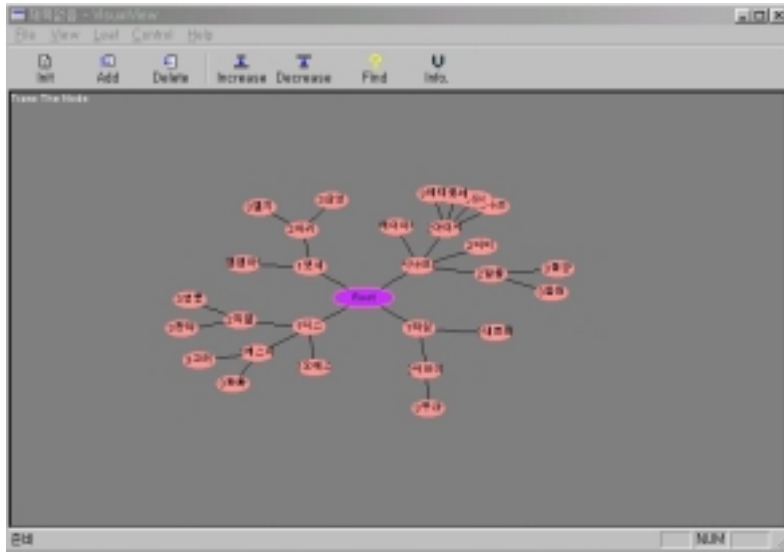


그림 3 프로그램 실행

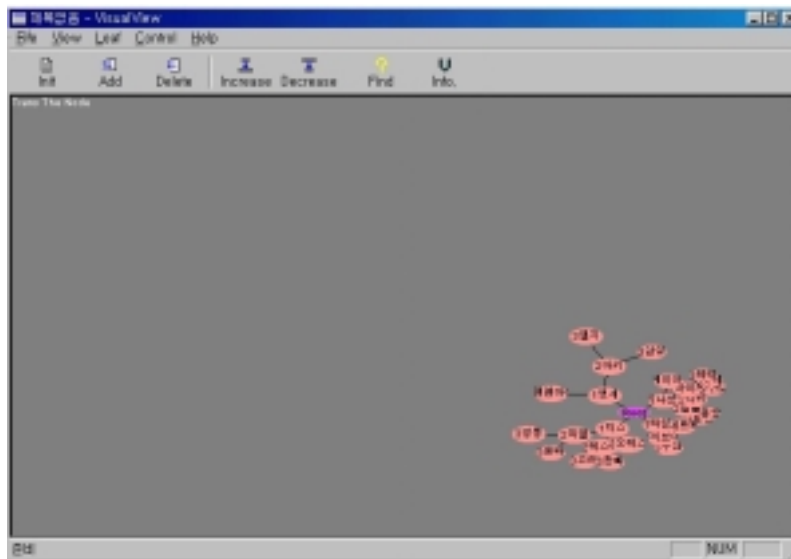


그림 3 Trans 된 후의 모습

3.3 고찰

2D 화면에서 쌍곡선 기하학의 수식을 적용함으로써 3D 사용자 인터페이스 같은 효과를 표현할 수 있다. 이러한 시각화 방법은 여러 분야에 응용할 수 있다. 먼저 사용자에게 기계에 대한 운전 매뉴얼을 학습시킬 때 각각 습득해야 할 전체 정보를 계층적 구조로 화면에 효율적으로 표현하여 각 단계별 정보 습득 과정을 한눈에 확인할 수 있게 하여, 이들 정보 가운데 원하는 부분의 정보를 상세히 보여주어 빠르고 정확한 정보 습득을 할

수 있게 한다. 전자식운전절차서 (Computerized Operating Procedure)에 응용할 경우 전체 운전절차서의 구조를 한눈에 파악할 수 있게 하여 필요한 절차서 및 페이지를 신속하게 참조할 수 있을 것이다.

4. 결론 및 향후 연구

기존의 시각화 방법은 점점 증가되는 정보를 제한된 컴퓨터의 화면에 표현하기에 한계가 있었다. 이런 환경에서는 사용자가 원하는 정보를 집중적으로 상세하게 보여주지 못했다. 또한 대량의 정보표시 페이지를 갖는 시스템에서 현재 일반적으로 쓰이고 있는 Pull-Down Menu 또는 Pop-Up Menu 등과 같은 화면간 순항 방식은 전체 정보표시 구조상에서 현재의 위치를 파악하기 곤란하다는 문제점과 사용자로 하여금 과도한 주의 (attention)를 요구한다는 문제점이 있었다. 이는 결국 운전원의 작업부하 증가를 초래하며 현재 이와 같은 환경을 개선하려는 노력들이 지속적으로 이루어지고 있다.

본 논문에서 제시한 Hyperbolic 시각화 기법을 이용한 정보순항 기법은 정보표시계통과 전자식운전절차서(COP) 계통 등의 설계에서 이와 같은 전통적인 순항방식을 대체할 수 있을 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 과학기술부의 원자력연구개발사업 일환으로 수행되었음.

참고문헌

- [1] John Lamping, Ramana Rao and Peter Pirolli, A Focus+Context Technique Based on Hyperbolic Geometry for Visualizing Large Hierarchies, Proceedings of ACM SIGCHI'95, pp.401-408, 1995.
- [2] Inxight Software, Hyperbolic Tree : The Interface for Hierarchies, <http://www.inxight.com>, 1998.
- [3] Patrick J. Ryan, Euclidean and non-Euclidean geometry : an analytic approach, 京文社, 1996.
- [4] Ben Shneiderman, Treemaps for space-constrained visualization of hierarchies, www.cs.umd.edu, 1998.
- [5] Koike, H., Yoshihara, H., Fractal approaches for visualizing huge hierarchies, Proceedings 1993 IEEE Symposium on, pp.55-60, 1993.
- [6] Manojit Sarkar and Marc H.Brown , Graphical Fisheye Views of Graphs, Proceedings of the ACM SIGCHI'92 Conference on Human Factor in Computing Systems, 1992.
- [7] Evelyn Sander, Models of the Hyperbolic Plane, <http://www.geom.umn.edu/docs/forum/hype/model.html>, 1994.